

Efektivitas biji pepaya (*Carica papaya* L) dalam menurunkan fungsi reproduksi ikan nila gift, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

[The effectiveness of the papaya seed (*Carica papaya* L) for reproductive function of Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)]

Munawar Khalil^{1,2}✉, Yunidar¹, Mahdaliana¹, Munawwar Khalil¹, Rachmawati Rusydi¹ dan Zulfikar^{1,2}

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Reuleut, Kecamatan. Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh.

Diterima: 10 Mei 2018; Disetujui: 31 Desember 2018

Abstrak

Ikan introduksi di Indonesia telah menimbulkan beberapa dampak negatif terhadap ekologi perairan, diantaranya adalah menurunnya spesies ikan asli. Penanganan dampak negatif ikan-ikan introduksi dapat diminimalkan dengan cara menurunkan angka fertilitas melalui penggunaan ekstrak senyawa tumbuhan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2016 yang bertujuan untuk menganalisis efektivitas tepung biji pepaya (*Carica papaya* L) dalam menurunkan fungsi reproduksi ikan nila *Oreochromis niloticus*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap non-faktorial dengan lima perlakuan tiga ulangan yaitu A: Kontrol (tanpa pemberian tepung), B: Pemberian 40 mg, C: 50 mg, D: 60 mg, E: 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan. Ikan sampel yang digunakan adalah induk ikan nila sebanyak 45 ekor yang berumur 4-5 bulan dengan berat bobot tubuh 200 g untuk induk betina dan 250 g untuk induk jantan. Parameter yang diukur ialah daya konsumsi pakan, jumlah telur (fekunditas), tingkat pembuahan telur, tingkat penetasan telur, dan morfologi sperma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung biji pepaya memberikan efek terhadap abnormalitas sperma dan menurunkan sintasan sperma, dan penurunan tingkat pembuahan telur (fertilitas rendah). Analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian tepung biji pepaya memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan pada parameter persentase pembuahan dan penetasan telur, namun tidak berbeda nyata terhadap parameter sintasan ($P > 0,05$). Angka motilitas sperma terendah dijumpai pada perlakuan E yaitu $00,45^{\circ}.032/\text{detik}$. Jumlah telur pada penelitian ini berkisar rata-rata 994,33-1416 butir dengan nilai pembuahan terendah dan penetasan terendah terdapat pada perlakuan E dengan persentase 58,58% dan 99,24%.

Kata penting: ikan nila, morfologi sperma, motilitas sperma; fertilisasi

Abstract

Introduced fish in Indonesia has negative impact to the water ecology, such as declining number of native fish species. Handling the negative impacts of introducing fish can be minimized by reducing fertility rates through the use of plant compound extracts. This study was conducted in May - June 2016 which aimed to assess the effectiveness of the papaya seed flour (*Carica papaya* L) for the reproductive function of introduction fish *Oreochromis niloticus*. The research design used in this study was completely randomized design, non-factorial with five treatments and three replications, namely A: control (without giving the flour), B: 40 mg, C: 50 mg, D: 60 mg, E: 70 mg of papaya seeds flour mixed with 100 g of artificial feed. The fish sample used were 45 mature tilapia fish, 4-5 months old with 200 g in weight for female and 250 g in weight for male. Parameters measured in this research were feed consumption level, fecundity, fertilization rate, hatching rate and sperm morphological structures. The results of this study indicated that the papaya seed flour gave the multiplier effect on the sperm abnormality and decreased the motility level of sperm. Statistical analysis showed that the application of papaya seed flour gave significantly different effect ($p < 0.05$) between treatments on percentage of fertilization level and hatching rate parameter but showed not significantly different on the survival rate parameter ($p > 0.05$). The lowest sperm motility rate was found in treatment E, which was $00.45^{\circ}.032 \text{ second}^{-1}$. The average egg number in this study ranged from 994.33 to 1,416 eggs, whereas the lowest fertilization level and the lowest hatching rate was in treatment E with the percentage of 58.58% and 99.24%, respectively.

Keywords: Tilapia, sperm morphology, sperm motility, fertilization

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: khalil@unimal.ac.id

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan jumlah spesies ikan air tawar terbanyak ke tiga di dunia dengan total 1.253 spesies setelah Brazil (3.456 spesies) dan China (1.647 spesies). Selain itu, Indonesia juga menduduki posisi ke-3 di dunia dalam jumlah spesies ikan air tawar endemik dengan total 130 spesies, setelah Brazil (395 spesies) dan Amerika Serikat (376 spesies) (Froese & Pauly 2018). Spesies ikan air tawar Indonesia saat ini mengalami ancaman penurunan populasi akibat dari berbagai aktivitas yang disebabkan baik oleh faktor alamiah maupun oleh intervensi ekologis manusia. Faktor-faktor penyebab menurunnya populasi ikan air tawar yaitu perubahan habitat, eksploitasi berlebih, introduksi ikan asing, pencemaran, penggunaan air berlebih untuk kegiatan manusia, pemanasan global (Muchlisin & Azizah 2009). Dari semua faktor ternyata kepunahan ikan air tawar 35 % disebabkan oleh perubahan atau lenyapnya habitat, 31 % disebabkan oleh penggunaan sumber air tidak terkendali serta pencemaran perairan, 30% disebabkan oleh introduksi ikan asing dan 4% akibat eksploitasi berlebih (Moyle & Leidy 1992).

Introduksi ikan asing dapat menimbulkan efek negatif yang dapat merugikan perairan di antaranya adalah penurunan kualitas lingkungan perairan, gangguan terhadap komunitas ikan asli, penurunan kualitas materi genetik melalui hibridisasi, introduksi atau masuknya penyakit dan parasit, menimbulkan masalah sosial ekonomi bagi masyarakat sekitar (Harrison & Stiassny 1999, McGinnity *et al.* 2003, Naylor *et al.* 2004, Lorenzen, 2005, Wargasasmita 2005, Arthur *et al.* 2010). Indonesia terdapat 20 jenis ikan introduksi (Froese & Pauly 2018).

Ikan nila telah tersebar luas di kawasan Asia Tenggara termasuk Indonesia dan telah dibudidayakan secara luas baik melalui sistem monokultur atau polikultur dalam kolam dan tambak, maupun melalui sistem budidaya lainnya (Amilhat *et al.* 2009). Ikan nila (*O. niloticus*) sebenarnya bukan ikan asli perairan Indonesia, tetapi jenis ikan asing yang diintroduksi ke Indonesia dalam beberapa tahap. Ikan nila merupakan ikan asli benua Afrika, yang diintroduksi ke Indonesia melalui negara Taiwan pada tahun 1969, tepatnya ke Balai Penelitian Air Tawar Bogor. Setelah beberapa waktu diteliti, ikan ini mulai ditebar ke beberapa daerah (Salsabila *et al.* 2013). Ikan nila telah diintroduksi ke 90 negara di dunia dan 15 negara di antaranya telah melaporkan dampak negatif terhadap ekologi perairan (De Silva *et al.* 2004, Attayde *et al.* 2011, Teletchea & Fontaine 2012).

Ikan nila memiliki kemampuan untuk tumbuh lebih cepat serta memiliki batas toleransi lingkungan yang besar. Selain itu, ikan nila adalah omnivora yang rakus (*voracious*) dan mampu bersaing dengan jenis ikan apapun dalam habitat (McKaye *et al.* 1995, Courtenay 1997, Coward & Little 2001). Ikan nila mampu melakukan proses pemijahan berulang dalam tempo singkat dan perkembangbiakan yang sangat cepat (Trewavas 1983, Ehrlich 1988). Kondisi tersebut mengakibatkan ikan ini tersebar secara luas di alam bebas tanpa pengontrolan sehingga berakibat negatif pada ikan asli (Arthur *et al.* 2010). Gangguan ekologi yang timbul akibat introduksi ikan nila dalam perairan salah satunya yaitu menurunnya spesies ikan asli kawasan. Beberapa kasus gangguan ekologis akibat introduksi ikan nila telah dijumpai di Afrika (cekungan Kafue dan Zambezi), Australia, Madagascar, Nicaragua, Filipina, Mexico

dan Amerika Serikat ketika ikan nila yang pada awalnya diintroduksi sebagai ikan budi daya kemudian lepas ke alam, telah memengaruhi jumlah ikan asli dan menyebabkan kepunahan beberapa spesies endemik (Canonico *et al.* 2005). Ogutu-Ohwayo (1990) juga melaporkan penurunan jumlah spesies ikan asli danau Victoria dan Kyoga di Afrika Timur akibat introduksi ikan nila jenis *O. niloticus*. Jenis persaingan yang terjadi berupa perebutan sumber makan dan kawasan hidup sehingga ikan asli mengalami kekurangan makanan dan penyempitan habitat hidup yang selanjutnya mengakibatkan kematian dan kepunahannya.

Jika problematika di atas tidak diperhatikan, maka kondisi serupa yaitu punahnya spesies asli perairan Indonesia akibat berkembangnya ikan introduksi juga akan sangat mungkin terjadi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu pengendalian ikan introduksi melalui metode menghambat fungsi reproduksi pada ikan tersebut. Upaya ini dapat dilakukan dengan pemberian unsur penghambat fungsi reproduksi dalam pakan (Khalil *et al.* 2016). Pemberian pakan tersebut dilakukan pada fase aktifitas budi daya ikan nila agar apabila ikan nila ini lepas ke alam, maka proses reproduksinya gagal akibat kemandulan sehingga tidak menghasilkan keturunan yang dapat menyebar secara meluas di habitat perairan.

Salah satu bahan alami yang diduga mampu menghambat fungsi reproduksi pada ikan introduksi adalah biji pepaya. Biji pepaya diketahui mengandung polisakarida, vitamin, mineral, enzim, protein, alkaloid, glikosida, lemak, lektin, saponin, flavonoid dan sterol. Biji pepaya mengandung tanin, saponin, alkaloid dan flavonoid (Adeneye & Olagunju 2009). Setelah dilakukan analisis, biji pepaya mengand-

ung senyawa kimia alkaloid yang diduga dapat berefek sitotoksik terhadap spermatogenik. Biji pepaya diketahui memiliki aktivitas antifertilitas (Verma & Chinoy 2001). Biji pepaya juga mengandung senyawa metabolit primer seperti: lemak 9,5%, protein 8,5%, karbohidrat 9,44%, abu 1,47%, dan air 71,8% (Yuniwati & Purwanti 2008). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas tepung biji pepaya (*Carica papaya* L) terhadap fungsi reproduksi ikan nila gift, *Oreochromis niloticus*.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2016 di Balai Benih Ikan (BBI) Pante Jaloh Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Utara dan pengamatan mikroskopis terhadap morfologi larva nila dilakukan di Laboratorium Kualitas Air dan Nutrisi Ikan, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh.

Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk menentukan ambang batas dosis tepung biji pepaya yang akan digunakan pada penelitian utama.

Penyiapan wadah dan ikan uji. Pada uji pendahuluan ini wadah yang digunakan adalah bak beton berukuran 60 x 40 x 40 cm³ sebanyak dua buah. Dalam persiapan wadah, bak dicuci terlebih dahulu sampai bersih dan dimasukkan air setinggi 30 cm, kemudian induk ikan nila jantan dimasukkan dalam setiap bak sebanyak dua ekor

Penyiapan pakan uji. Biji pepaya terlebih dahulu dikeringkan dengan cara dijemur di sinar matahari sampai benar-benar kering ± 3 hari. Kemudian biji pepaya dihaluskan dengan penggiling (blender) sampai berbentuk serbuk atau

tepung, lalu disaring menggunakan ayakan sampai berbentuk serbuk halus. Setelah itu tepung biji pepaya dicampurkan dengan dosis yang telah ditentukan. Pada uji pendahuluan, dosis yg digunakan adalah 35 mg dalam 100 gram pakan buatan. Pakan buatan yang sudah dihancurkan kemudian diberikan CMC (*carboxymethyl cellulose*) sebanyak 1% dan tambahkan sedikit air pada adonan pakan yang telah dicampurkan. Setelah menjadi adonan lalu cetak pakan kembali dengan menggunakan ce-takan (*pelleting*) dan keringkan dalam oven pada suhu 90 °C selama 24 jam.

Prosedur pemeliharaan. Pakan diberikan dua kali sehari pada pagi (09:00) dan sore hari (16:30) dengan dosis 3% dari bobot induk ikan nila. Hal ini dilakukan supaya pakan mudah ditentukan dan efisien dalam pemberian pakan. Pengelolaan kualitas air dilakukan pada bak uji melalui penggantian air setiap tiga hari sekali dengan cara mengeluarkan air sebanyak 50% dan memasukkan air bersih kembali.

Hasil uji pendahuluan. Hasil uji pendahuluan yang dilakukan selama dua minggu menunjukkan bahwa induk ikan nila jantan yang diberikan pakan campuran tepung biji pepaya dapat mengkonsumsi pakan dan tidak memengaruhi kondisi fisiknya. Biji pepaya yang dicampurkan dengan pakan juga tidak menunjukkan adanya kandungan racun dan tidak mengakibatkan kematian ikan nila tersebut. Kemudian, untuk mengamati fungsi reproduksi maka dilanjutkan dengan melakukan penelitian utama.

Penelitian utama

Metode penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dan rancangan penelitian yang diguna-

kan dalam penelitian ini ialah rancangan acak lengkap non-faktorial dengan lima perlakuan tiga ulangan. Perlakuan yang dilakukan sebagai berikut:

- A. Kontrol (tanpa pemberian tepung)
- B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan
- C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan
- D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan
- E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan

Prosedur penelitian. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sterofom yang berukuran 75 cm x 35 cm x 30 cm sebanyak 15 buah untuk pemeliharaan induk jantan. Dalam persiapan wadah, bak dicuci dan disikat terlebih dahulu kemudian dibilas dan dikeringkan selama satu hari. Setelah itu, bak diisi air dengan ketinggian 20 cm.

Induk yang digunakan memiliki struktur morfologi tubuh lengkap dan memiliki ukuran tubuh seragam serta benar-benar telah matang gonad. Umur induk yang digunakan berkisar 4-5 bulan. Bobot tubuh induk betina 200 g dan induk jantan 250 g. Jumlah induk nila yang digunakan sebanyak 45 ekor dengan perbandingan 2:1 (2 ekor induk jantan dan 1 ekor induk betina). Dalam proses pemijahan nantinya, setiap wadah penelitian akan diisi oleh dua ekor induk jantan dan satu ekor induk betina.

Tahapan awal penelitian adalah proses aklimatisasi yang merupakan proses adaptasi induk terhadap lingkungan baru. Proses aklimatisasi dilakukan selama dua hari yang dilakukan dalam wadah yang telah disediakan. Induk ikan nila tidak diberi pakan selama proses aklimatisasi berlangsung. Pada proses aklimati-

sasi, induk ikan nila jantan (bobot 250 g) dimasukkan sebanyak dua ekor ke dalam wadah percobaan dan wadah ditutup menggunakan jaring hapa, sedangkan induk ikan nila betina (bobot 200 g) dipelihara dalam kolam yang berbeda dengan ukuran 3 m x 1,5 m x 1 m. Pemeliharaan induk ikan nila dilakukan secara terpisah antara jantan dan betina. Hal ini diterapkan supaya tidak terjadinya pemijahan secara liar.

Setelah proses aklimatisasi selesai, maka dilanjutkan dengan fase uji utama. Induk ikan nila jantan yang dipelihara dalam wadah sterofoam diberikan pakan yang sudah tercampur dengan tepung biji pepaya selama 21 hari dengan dosis pemberian pakan sebanyak 3% dari bobot tubuh dengan frekuensi pemberian dua kali pagi (09:00) dan sore (16:30). Induk ikan nila betina (15 ekor) diberikan pakan apung biasa dengan pemberian secara *ad libitum* dengan frekuensi pemberian dua kali yaitu pagi hari (09:00) dan sore hari (16:30).

Parameter uji

(1) *daya konsumsi pakan*: daya konsumsi adalah parameter yang diukur untuk melihat daya kesukaan ikan nila mengonsumsi pakan yang dicampur biji pepaya. Daya konsumsi pakan diukur menggunakan *stopwatch* (dalam satuan menit dan detik) dengan melakukan pengamatan dari pertama pemberian pakan sampai pakan habis dikonsumsi oleh induk jantan.

(2) *jumlah telur (fekunditas)*: jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan nila dihitung. Penghitungan telur dilakukan dengan cara membuka mulut ikan nila dan mengeluarkan seluruh telur yang ada dalam mulut kemudian telur dihitung,

(3) *tingkat pembuahan telur*: telur yang terbuahi dihitung secara kasat mata. Telur terbuahi berwarna kuning cerah sedangkan yang tidak terbuahi tampak pucat.

Persentase pembuahan dihitung menggunakan rumus menurut Effendie (1979):

$$FR = JTB/JTT \times 100$$

Keterangan FR: angka pembuahan (%), JTT: jumlah telur total keseluruhan (butir), JTB: jumlah telur yang dibuahi (butir).

(4) *tingkat penetasan telur*: setelah telur menetas, seluruh larva dihitung secara sample dengan menggunakan sendok. Persentase penetasan telur dihitung menggunakan rumus Effendie (1979):

$$HR = JTM/JTB \times 100$$

Keterangan: HR= angka penetasan (%), JTM= jumlah telur menetas (butir), JTB= jumlah telur yang dibuahi (butir).

(5) *morfologi sperma*: parameter morfologi sperma dilihat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 16,4 (0,7-11,5x). Morfologi sperma dilihat dari bentuk sperma dan abnormalitas sperma. Spermatozoa ditetaskan pada cawan petri, kemudian diamati untuk mengetahui bentuk dan juga melihat apakah ada kelainan pada morfologi spermatozoa tersebut, dari segi bentuk kepala dan ekor sperma,

(6) *motilitas sperma*: pengamatan mulai dilakukan setelah sperma ditetaskan dalam cawan petri dengan menghidupkan *stopwatch* saat sperma ditetaskan. Lama sperma bergerak (motil) hingga mati dicatat dan diberi angka motilitas,

(7) *abnormalitas larva*: abnormalitas larva dilihat menggunakan mikroskop untuk mengetahui bagaimana kenormalan larva ikan nila terhadap pengaruh pemberian tepung biji pepaya,

(8) *Sintasan larva*: Sintasan larva dihitung menggunakan rumus (Effendi 1979):

$$SR = N_t/N_o \times 100$$

Keterangan: SR= Sintasan, N_t = Jumlah larva pada akhir pemeliharaan (ekor), N_o = Jumlah larva pada awal pemeliharaan (ekor).

Selama masa pemeliharaan ikan uji, proses penyiponan serta penggantian air (sebanyak

25 % dari volume air) dilakukan setiap dua hari sekali. Adapun pengamatan kualitas air seperti oksigen terlarut, suhu dan pH dilakukan setiap hari dengan menggunakan alat *portable water checker*.

Analisis data

Data yang diperoleh dibuat dalam bentuk tabel dan grafik, selanjutnya dianalisis dengan uji F. Apabila di antara perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka dilanjutkan dengan uji BNT/Beda Nyata Terkecil. Analisis statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22.

Hasil

Daya konsumsi pakan

Hasil yang diamati selama penelitian parameter daya konsumsi pakan memumjukkan perlakuan A (kontrol) memiliki tingkat daya konsumsi 06'50", perlakuan B (40 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 10'23", perlakuan C (50 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 11'05", perlakuan D (60 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 14'37", dan perlakuan E (70 mg) memiliki tingkat daya konsumsi 15'20".

Jumlah telur (fekunditas)

Jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan nila dapat dilihat pada Tabel 1. Jumlah telur paling banyak dijumpai pada perlakuan A dan selanjutnya disusul oleh perlakuan C, kemudian diikuti oleh perlakuan B dan D, dengan selanjutnya yang terakhir perlakuan E. Hasil uji F menunjukkan bahwa pemberian campuran biji pepaya dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan nila ($P > 0,05$).

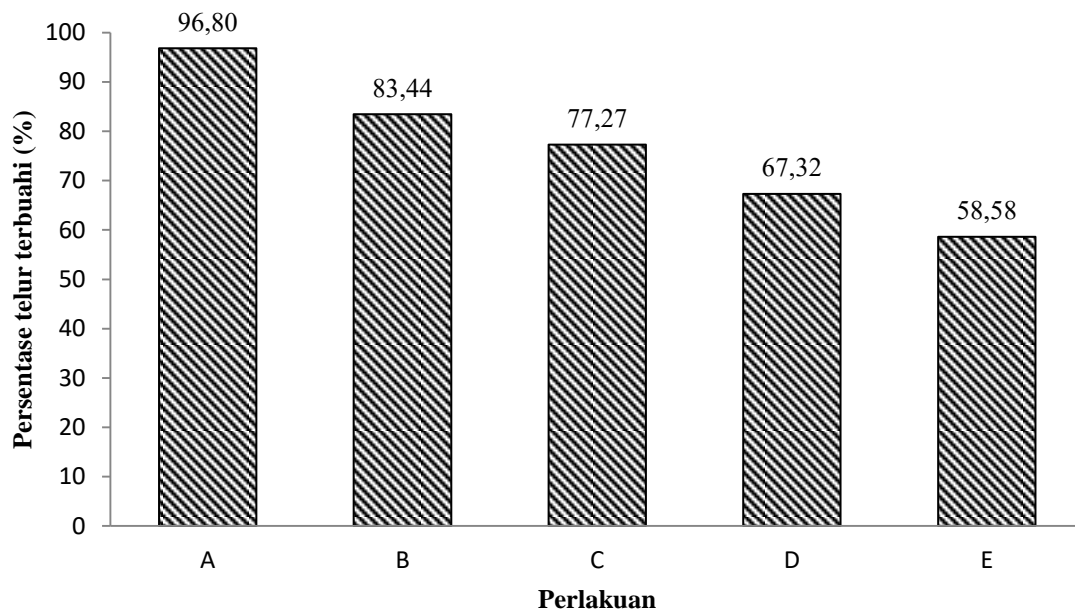
Tingkat pembuahan (derajat pembuahan)

Angka pembuahan tertinggi terdapat pada perlakuan A dan yang terendah terdapat pada perlakuan E. Perlakuan B, C, dan D lebih rendah daripada perlakuan A dan lebih tinggi daripada perlakuan E (Gambar 1). Uji ANOVA menunjukkan bahwa pencampuran tepung biji pepaya dalam pakan ikan uji memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase pembuahan telur ikan nila. Selanjutnya, uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) berbeda nyata terhadap perlakuan B (40 mg), C (50 mg), D (60 mg) dan E (70 mg).

Tabel 1. Jumlah total telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Ulangan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
1	1228	1050	1144	935	898
2	1938	842	1243	1213	1102
3	1082	1323	887	972	983
Jumlah	4248	3215	3274	3120	2983
Rerata	1416,00	1071,67	1091,33	1040,00	994,33
Simpangan baku	457,92	241,23	183,75	150,96	102,47

Keterangan: A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.



Gambar 1. Persentase telur terbuahi ikan nila (*Oreochromis niloticus*). A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.

Tingkat penetasan telur

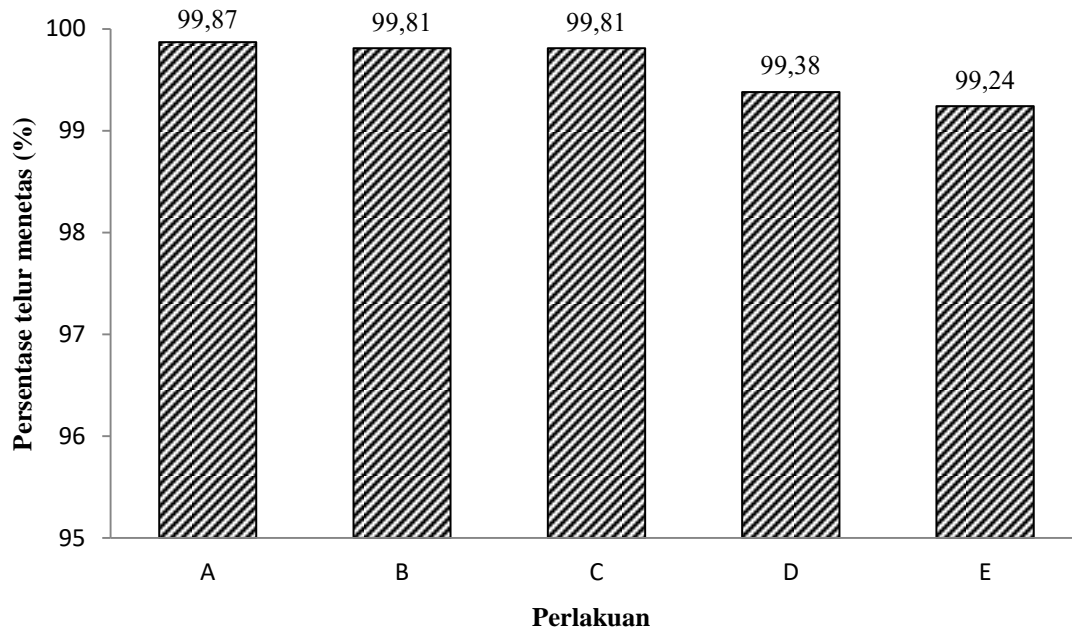
Angka penetasan telur ikan nila yang diberi pakan campuran biji pepaya rata-rata pada taraf di atas 99 %. Angka penetasan telur yang tertinggi terdapat pada perlakuan A disusul perlakuan B dan C serta selanjutnya perlakuan D. Angka penetasan terendah dijumpai pada perlakuan E (Gambar 2).

Uji ANOVA menunjukkan bahwa pencampuran tepung biji pepaya dalam pakan ikan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) ter-

hadap tingkat penetasan telur. Selanjutnya, uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B (40 mg) dan C (50 mg), namun berbeda nyata terhadap perlakuan D (60 mg) dan E (70 mg).

Morfologi sperma

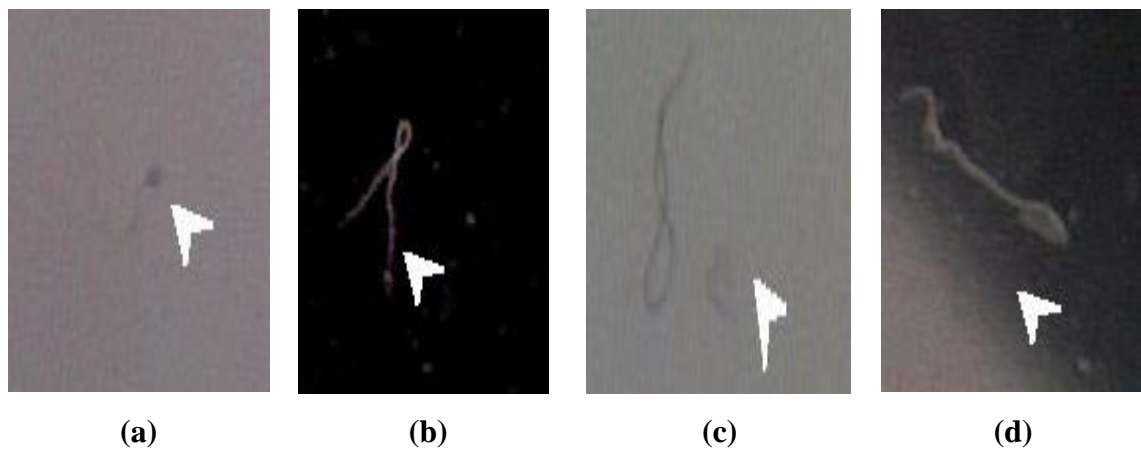
Morfologi sperma ikan nila uji dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Persentase penetasan telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*). A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.

Tabel 2. Morfologi sperma ikan uji

Perlakuan	Ciri-ciri morfologi
A. Kontrol (tanpa biji pepaya)	Kepala dan ekor yang sempurna
B, C, D, dan E (dengan asupan biji pepaya)	Berekor pendek, kepala berganda, berekor ganda, ekor bercabang, ekor yang membengkok, kepala tidak berbentuk sempurna, ujung ekor keriting.



Gambar 3. Morfologi sperma ikan nila (*Oreochromis niloticus*). (a) normal, (b) berekor ganda, (c) kepala berganda, (d) ujung ekor keriting

Motilitas sperma

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) memiliki tingkat motilitas tertinggi yaitu 05'43,022" berbanding perlakuan lainnya. Selanjutnya diikuti oleh perlakuan B (40 mg) menunjukkan dengan waktu motil 03'08.045", kemudian disusul oleh perlakuan C (50 mg) 02'32,008", D (60 mg) dengan waktu motil 02'19,056" dan yang terendah pada perlakuan E (70 mg) dengan waktu 45,032".

Abnormalitas larva

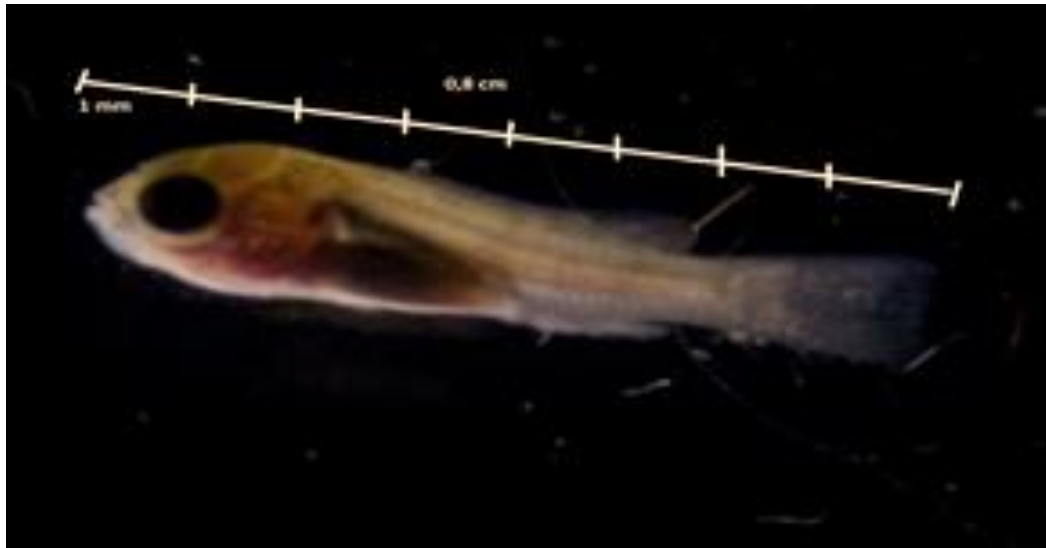
Hasil uji abnormalitas larva ikan nila pada semua perlakuan menunjukkan bahwa tidak dijumpainya abnormalitas (Gambar 4). Larva ikan nila pada keseluruhan perlakuan memiliki morfologi tubuh yang lengkap (tidak cacat) yaitu sirip punggung, dada, perut, anus, ekor dan bentuk tubuh, baik perlakuan A (kontrol), maupun B, C, D, dan E yang diberi asupan tepung biji pepaya.

Laju sintasan

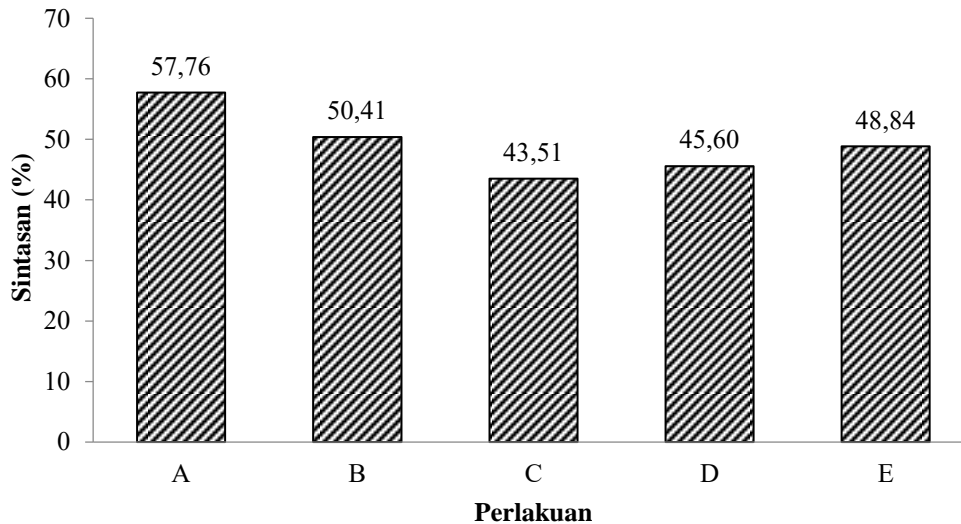
Laju sintasan larva ikan nila pada penelitian ini rata-rata berada di atas 43%. Angka laju sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan A dengan nilai rata-rata 57,73% dan yang terendah terdapat pada perlakuan C dengan nilai rata-rata 43,51%. Nilai persentase laju sintasan perlakuan D adalah 45,60%, E sebesar 48,84%, dan B sebesar 50,41% (Gambar 5). Uji ANOVA menunjukkan bahwa pencampuran biji pepaya dalam pakan ikan uji menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap persentase laju sintasan ikan nila.

Kualitas air

Parameter kualitas air pada setiap perlakuan tertera pada Tabel 3.



Gambar 4. Larva ikan nila normal (*Oreochromis niloticus*).



Gambar 5. Persentase laju sintasan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*). A. Kontrol (tanpa pemberian tepung biji pepaya), B. Pemberian 40 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, C. Pemberian 50 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, D. Pemberian 60 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan, E. Pemberian 70 mg tepung biji pepaya dalam 100 g pakan buatan.

Tabel 3. Kisaran parameter kualitas air selama penelitian

Parameter	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Suhu (°C)	26-28	26-28	26-28	26-28	26-28
pH	6,5-6,9	6,5-6,9	6,5-6,9	6,5-6,9	6,5-6,9
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	4,8-5,3	4,8-5,3	4,8-5,3	4,8-5,3	4,8-5,3

Pembahasan

Daya konsumsi pakan

Daya konsumsi pakan yang dimakan oleh ikan nila jantan uji pada tiap perlakuan dan ulangan memiliki waktu yang berbeda terhadap daya makan. Daya konsumsi pakan paling baik terdapat pada perlakuan A (kontrol) dikarenakan pakan yang diberikan merupakan pakan pelet komersial. Pakan pelet komersial biasa memiliki bau yang dapat menarik daya makan ikan nila tersebut, sedangkan pakan yang sudah dicampurkan dengan tepung biji pepaya mengubah rasa dan bau yang ada pada pakan. Selain itu biji pepaya juga memiliki rasa pahit, kemungkinan rasa pahit ini yang membuat ikan uji tersebut kurang menyukai pakan yang dicampurkan dengan biji pepaya. Menurut Thomas (1989)

pepaya mengandung zat papain yang tinggi sehingga menjadikan rasanya pahit.

Fekunditas

Jumlah telur yang dihasilkan pada saat penelitian oleh semua induk ikan nila pada tiap perlakuan dan tiap ulangan hampir sama, terdapat sedikit perbedaan pada perlakuan A (kontrol) jumlah telur yang dihasilkan mencapai rata-rata 1.416 butir (Tabel 1).

Pada penelitian ini jumlah total telur yang dihasilkan berkisar di atas 842-1.243 butir, yang menunjukkan bahwa telur yang dihasilkan hampir seragam, baik ikan yang diberikan pakan campuran biji pepaya maupun yang tidak diberikan pakan campuran biji pepaya. Hasil yang sama juga ditemukan oleh Hossan *et al.* (2013) yaitu dalam satu kali pemijahan induk ikan nila

betina dengan berat 200 g mampu menghasilkan telur sehingga 1.201 ± 27.62 butir. Menurut Rustadi (1996), satu induk ikan nila dalam pemijahan menghasilkan telur 114-1.325 butir.

Tingkat pembuahan telur

Derajat fertilitas (pembuahan) ikan nila yang diberi asupan biji pepaya dalam pakan dengan dosis yang berbeda menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap tingkat pembuahan ikan nila sehingga dapat mengurangi angka pembuahan telur. Pada persentase angka fertilitas didapatkan adanya penurunan seiring kenaikan dosis tepung biji pepaya yang diberikan. Pada perlakuan kontrol merupakan angka fertilitas tertinggi, sedangkan pada perlakuan E jumlah angka fertilitas rendah setelah diberikan asupan biji pepaya (Gambar 1). Tingginya dosis asupan biji pepaya diperkirakan dapat menekan kerja sperma dalam membuahi telur yang dikeluarkan oleh induk betina ikan nila. Hal ini menguatkan pernyataan Chinoy (1985) bahwa kandungan dalam biji pepaya dapat digunakan sebagai pengatur fertilitas karena biji pepaya tersebut memiliki efek membunuh sperma (spermisidal) terhadap spermatozoa matang.

Biji pepaya mengandung bahan aktif steroid, triterpenoid dan alkaloid dapat menyebabkan terganggunya sekresi FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) dan LH (*Luteinizing Hormone*) sehingga pada akhirnya akan memberikan tekanan pada bagian hipotalamus dan hipofisis. Terhambatnya FSH akan mengganggu proses mitosis spermatogonia, karena FSH sangat diperlukan dalam aktivitas spermatogonia (Puspitasari & Suhita 2014). Terhambatnya FSH juga akan berpengaruh terhadap sel sertoli. Bila sel sertoli terganggu maka pengangkutan glukosa sebagai sumber energi terhambat dan sintesis

protein akan terhambat sehingga perkembangan jumlah sel spermatogonia terganggu.

Gangguan pada spermatogonia akan mengakibatkan gangguan pada perkembangan sel berikutnya yaitu spermatosit, spermatid, dan spermatozoa, sehingga spermatozoa menurun dan energinya terganggu (Satriyasa 2008). Hasanah & Sukarjati (2016) juga menyatakan bahwa penurunan jumlah sel sertoli dan sel spermatogenik diakibatkan oleh penurunan kadar hormon reproduksi sehingga komponen sel dalam tubulus mengalami degenerasi. Bila keadaan ini berlanjut akan menyebabkan proses spermatogenesis terganggu dan akhirnya spermatozoa menurun.

Menurut Francis *et al.* (2002), zat aktif triterpenoid (saponin) yang merupakan turunan lipid mampu menghambat pelepasan LH dan FSH. Saponin berpengaruh negatif terhadap proses reproduksi (seperti aborsi atau kematian) dan menyebabkan penghentian proses pematangan gonad. Saponin berperan besar dalam pengeluaran hormon *luteinizing*. Senyawa steroid secara langsung menghambat kerja gen yang bertanggungjawab dalam proses steroidogenesis dan menekan perkembangan sel granula yang diatur oleh hormon perangsang folikel dalam ovarium. Rusmiati (2007) menyatakan bahwa penurunan FSH dan LH dapat menekan pembentukan testosteron secara langsung pada sel *leydig*, sehingga terjadinya gangguan dalam keseimbangan hormonal. Gangguan tersebut menyebabkan penurunan kualitas spermatozoa yang dihasilkannya yaitu tingkat kemampuan hidup spermatozoa.

Pada perlakuan A dan B jumlah telur terbuahi mencapai kisaran tinggi yaitu di atas 80%. Tingginya jumlah telur terbuahi disebabkan kualitas dan jumlah sperma yang dikeluarkan

pada perlakuan B masih dalam kualitas baik untuk dapat membuahi telur-telur yang dikeluarkan. Dosis asupan biji pepaya pada perlakuan B diduga belum bekerja maksimal untuk dapat menurunkan tingkat fertilitas sehingga telur yang dikeluarkan oleh induk betina ikan nila masih banyak terbuahi. Pada perlakuan A tingkat pembuahan masih dalam katagori baik (normal). Tingkat pembuahan ikan nila sudah dalam katagori baik jika mencapai pembuahan 80% (Nainggolan *et al.* 2015). Dari perbandingan perlakuan kontrol tersebut dapat dinyatakan bahwa asupan biji pepaya untuk menekankan tingkat fertilitas efektif terhadap menurunkan derajat pembuahan.

Tingkat penetasan telur

Persentase penetasan telur sangat berhubungan erat dengan tingkat pembuahan, apabila tingkat perkembangan embrio pada pembuahan baik maka tingkat penetasan pun akan tinggi. Penetasan merupakan kemampuan embrio yang berkembang dalam telur untuk menetas menjadi larva. Pada penelitian ini persentase penetasan telur ikan nila tertinggi terdapat pada perlakuan A (kontrol) dengan rata-rata 99,87 % dan yang paling rendah terdapat pada perlakuan E (70 mg) yaitu 99,24 %. Persentase penetasan telur penelitian ini berada pada kisaran diatas 99 %, baik pada perlakuan kontrol maupun pada perlakuan yang diberi asupan biji pepaya.

Tingginya derajat penetasan pada semua perlakuan diduga pada saat telur dibuahi perkembangan embrio berjalan sempurna tanpa ada gangguan dari faktor internal seperti faktor genetik, kualitas sperma yang membuahi sel telur dan kualitas embrio serta faktor eksternal seperti kualitas air media (Oyen *et al.* 1991, Masrizal & Efrizal 1997, Minggawati & Lukas 2012, Jalalu-

ddin 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air media seperti pH, oksigen terlarut dan suhu media uji memiliki nilai yang sesuai untuk perkembangan larva ikan nila. Tammadusturi & Basuki (2012) menyatakan bahwa ikan nila memiliki tingkat penetasan yang baik dengan rata-rata sebesar 88,70 - 89,24%. Pada penelitian ini persentase penetasan telur tergolong baik yakni > 90%.

Abnormalitas sperma

Hasil pengamatan terhadap spermatozoa yang dikeluarkan oleh induk ikan nila jantan pada semua perlakuan terdapat sedikit perbedaan pada perlakuan A (kontrol) dengan perlakuan yang diberikan asupan biji pepaya B (40 mg), C (50 mg), D (60 mg) dan E (70 mg). Pada perlakuan A bentuk spermatozoa normal, sedangkan perlakuan yang diberikan campuran biji pepaya dalam pakan terdapat bentuk spermatozoa yang abnormal seperti ekor keriting, ekor membengkok, ekor bercabang, ekor ganda, ekor pendek, kepala berganda dan kepala tidak terbentuk sempurna.

Abnormalitas sperma ikan uji disebabkan adanya gangguan metabolisme sperma oleh senyawa aktif yang bersifat sitotoksik dalam biji pepaya. Menurut Sukadana *et al.* (2008), biji pepaya diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder golongan triterpenoid (saponin), flavonoid, alkaloid, dan tanin. Biji pepaya mengandung dua zat aktif yaitu golongan steroid dan golongan triterpenoid yang diperkirakan bersifat antifertilitas (Verma & Chinoy 2001, Satriyasa *et al.* 2010). Winarno & Sundari (1997) menyatakan bahwa golongan alkaloid dapat memengaruhi spermatogenesis. Senyawa alkaloid dapat menekan sekresi hormon reproduksi yang diperlukan untuk berlangsungnya

spermatogenesis. Alkaloid merupakan salah satu golongan senyawa yang terkandung dalam biji pepaya diduga bertanggung jawab atas aktivitas antifertilitas dan berpengaruh terhadap kadar hormon testosterone serta bobot organ reproduksi. Mekanisme yang diduga menyebabkan adanya penurunan kadar hormon testosterone adalah alkaloid bersifat sitotoksik sehingga menghambat perkembangan dan kerja sel *leydig* dalam menghasilkan hormon testosterone (Lohiya *et al.* 2002).

Abnormalitas sperma diduga terjadi pada proses pematangan sperma ikan. Pada proses tersebut, sperma akan membutuhkan energi yang diperoleh melalui perubahan senyawa protein dengan bantuan enzim. Senyawa aktif dalam biji pepaya seperti tanin diduga berperan aktif menghambat proses kerja enzim sehingga protein tidak dapat diubah menjadi energi untuk proses pematangan sperma. Devi & Urooj (2010) menyatakan bahwa tanin adalah senyawa yang mampu mengikat protein dalam membran spermatozoa sehingga menyebabkan enzim tiro-sin dan proses fosforilasi dalam membran spermatozoa terganggu yang berakibat terjadinya abnormalitas morfologi dan viabilitas spermatozoa.

Solihati *et al.* (2013) menyatakan bahwa senyawa metabolit sekunder flavonoid juga berperan dalam menyebabkan abnormalitas primer karena senyawa flavonoid memiliki kemampuan dalam merusak tahapan akhir spermatogenesis. Hal ini menunjukkan bahwa biji pepaya telah memengaruhi bentuk morfologi spermatozoa normal menjadi abnormal. Menurut Sujoko *et al.* (2009), bentuk morfologi sel spermatozoa berpengaruh terhadap pembuahan, jika jumlah abnormalitas tinggi maka akan menurunkan tingkat fertilitas.

Motilitas sperma

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan yang diberikan campuran biji pepaya memberikan pengaruh terhadap aktivitas pergerakan (motilitas) sperma setelah dikeluarkan dari organ reproduksi ikan jantan. Pada perlakuan E (dosis 70 mg) menunjukkan waktu motilitas dan viabilitas sperma terendah dengan waktu 45,032” dibandingkan dengan perlakuan asupan biji pepaya lain, sedangkan perlakuan A (kontrol) menunjukkan waktu motilitas dan viabilitas sperma tertinggi (05’43,022”). Motilitas berhubungan erat dengan abnormalitas sperma. Sperma abnormal akan memiliki jumlah energi lebih sedikit untuk proses motil. Rendahnya motilitas dan viabilitas sperma pada perlakuan E diduga akibat pengaruh zat aktif tanin dan papain dalam biji pepaya.

Selain itu, senyawa aktif dalam biji pepaya diduga juga mengganggu tahap akhir proses pelepasan dan perjalanan sperma untuk membuahi sel telur. Winarno & Sundari (1997) dan Muslichah & Wiratmo (2015) menyatakan bahwa tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang mengganggu proses transportasi sperma dengan cara menggumpalkan sperma. Sperma dapat bergerak karena adanya energi dari leher yang disalurkan ke bagian ekor yang diproduksi oleh mitokondria di bagian leher sperma. Diduga abnormalitas pada bagian leher spermatozoa menyebabkan fungsi mitokondria dalam menghasilkan energi tidak maksimal sehingga sperma tidak dapat mencapai sel telur yang akhirnya fertilitas tercegah. Selain tanin, senyawa papain yang termasuk kelompok protease yaitu enzim yang dapat memutus ikatan polipeptida juga dapat memengaruhi motilitas spermatozoa yaitu dengan cara merusak komposisi cairan epididi-

mis dan enzim yang dihasilkan oleh spermatozoa (Lohiya *et al.* 2002, Lohiya *et al.* 2008, Nuraini *et al.* 2012).

Abnormalitas larva

Hasil pengamatan terhadap abnormalitas larva ikan nila pada semua perlakuan dan ulangan menunjukkan bahwa pemberian tepung biji pepaya tidak berpengaruh terhadap morfologi larva ikan nila baik dari segi sirip, kepala dan bentuk tubuh ikan. Secara keseluruhan, larva ikan nila yang hidup baik ikan kontrol maupun ikan dengan perlakuan tidak menunjukkan adanya cacat morfologis. Kondisi ini diduga karena spermatozoa berperan baik dalam proses membuahi telur dan perkembangan embrio sehingga larva yang dihasilkan adalah normal. Spermatozoa yang tidak sempurna atau abnormal akibat pengaruh senyawa penghambat dari biji pepaya diduga tidak berhasil membuahi sel telur.

Sintasan larva

Persentase laju sintasan larva ikan nila pada penelitian ini tidak beda nyata. Laju sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan A (kontrol) dan B (40 mg) dengan persentase > 50 %, sedangkan perlakuan C (50 mg), D (60 mg) dan E (70 mg) adalah > 43 %. Tingginya dosis yang diberikan dalam penelitian ini terbukti tidak berpengaruh terhadap sintasan larva ikan nila. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan E dengan dosis 70 mg tepung biji pepaya, larva ikan nila dapat tumbuh secara normal, sedangkan pada perlakuan C sintasan larva nila terendah.

Rendahnya laju sintasan diduga karena adanya gangguan faktor luar (eksternal) yang memengaruhi aspek fisiologis larva. Laju sintasan ikan sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan karena lingkungan yang baik sangat di-

perluan untuk pertumbuhan dan sintasannya (Brummet 1995, El-Sayed *et al.* 1996, Huang & Chiu 1997, El-Sayed 2006). Tingginya kematian yang terjadi pada masa pemeliharaan larva diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu ruang gerak larva yang sempit oleh jumlah biota yang banyak (Kebus *et al.* 1992, Barcellos *et al.* 1999), laju pertumbuhan larva yang cepat sehingga akan mengakibatkan pasokan oksigen tidak mencukupi yang diikuti oleh penurunan kualitas air (Barton & Iwama 1991, Bonga 1997, Azaza *et al.* 2008) serta meningkatnya kompetisi dalam memperoleh makanan (Fernandes & Volvato 1993) yang memberikan tekanan fisiologis terhadap ikan berupa stres.

Dampak stres mengakibatkan daya tahan tubuh ikan menurun sehingga terjadi kematian. Menurut Effendie (1997), pada populasi ikan terdapat kecenderungan bahwa ikan yang lebih tua tingkat mortalitasnya lebih kecil dibanding ikan yang lebih muda. Menurut Bolivar *et al.* (2008) tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila pada kolam pemeliharaan memiliki tingkat kelangsungan hidup antara 49,52-73,35%. Kemudian Yustysi *et al.* (2016) juga menyatakan bahwa nilai sintasan ikan nila pada lingkungan budi daya umumnya berkisar 67,35-68,21%. Effendie (1997) menyatakan bahwa nilai sintasan di atas 50% digolongkan baik, antara 30-50% digolongkan sedang, dan dibawah 30% rendah.

Kualitas air

Kualitas air merupakan salah satu parameter yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan sintasan organisme akuatik. Dalam keadaan kualitas air yang tidak optimum, ikan akan mudah stres dan terserang penyakit; bahkan pada kisaran nilai tertentu, dapat menyebabkan ke-

matian. Kisaran suhu selama penelitian masih dalam batas kelayakan bagi pemeliharaan ikan nila, yaitu 26-28°C. Parameter pH air selama penelitian adalah 6,5 -6,9 dan cenderung stabil hingga akhir penelitian. Popma & Masser (1999) menyatakan bahwa umumnya ikan nila dapat hidup pada kisaran pH 5-10, tetapi untuk pertumbuhan terbaik yaitu pada kisaran pH 6-9. Hal ini menunjukkan pH yang terukur selama penelitian masih berada dalam kondisi optimum.

Ikan nila dikenal tahan terhadap kadar oksigen terlarut yang rendah. Menurut Tran-Duy *et al.* (2008) oksigen terlarut minimum untuk tilapia sebesar 2,9 mg L⁻¹. Hasil yang diperoleh selama penelitian menunjukkan konsentrasi oksigen terlarut berkisar antara 4,8-5,3 mg L⁻¹. Kadar oksigen terlarut selama penelitian selalu dijaga dalam keadaan optimum dengan bantuan aerasi. Dengan demikian, konsentrasi kualitas air selama penelitian masih dalam batas kelayakan bagi pemeliharaan ikan nila.

Simpulan

Tepung biji pepaya yang dicampurkan dalam pakan berpengaruh terhadap bentuk morfologi sperma serta abnormalitas pada sperma ikan nila *Oreochromis niloticus*. Tepung biji pepaya juga memengaruhi proses motilitas sperma dan proses pembuahan telur ikan nila. Namun, senyawa aktif dalam tepung biji pepaya tidak berpengaruh terhadap morfologi dan abnormalitas larva ikan nila yang dihasilkan.

Persantunan

Peneliti mengucapkan terima kasih atas bantuan teknis dan penyediaan sarana penelitian kepada Balai Benih Ikan Pante Jaloh Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Utara. Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada Laborato-

rium Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh atas penyediaan sarana analisis mikroskopis.

Daftar pustaka

- Adeneye AA, Olagunju JA. 2009. Preliminary hypoglycemic and hypolipidemic activities of the aqueous seed extract of *Carica papaya* Linn in Wistar rats. *Biology and Medicine*, 1(1): 1-10.
- Amilhat E, Lorenzen K, Morales EJ, Yakupitiyage A, Little DC. 2009. Fisheries production in Southeast Asian farmer managed aquatic systems (FMAS). II. Diversity of aquatic resources and management impacts on catch rates. *Aquaculture*, 298 (3-4): 219-226.
- Arthur RI, Lorenzen K, Homekingkeo P, Sidavong K, Sengvilaikham B, Garaway CJ. 2010. Assessing impacts of introduced aquaculture species on native fish communities: Nile tilapia and major carps in SE Asian freshwaters. *Aquaculture*, 299(1-4): 81-88.
- Attayde JL, Brasil J, Menescal RA. 2011. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 18(6): 437-443.
- Azaza, MS, Dhraïef MN, Kraïem MM. 2008. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, 33(2): 98-105.
- Barcellos LJG, Nicolaiewsky S, de Souza SMG, Lulhier F. 1999. The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquaculture Research*, 30 (11-12): 887-892.
- Barton BA, Iwama GK. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Reviews of Fish Diseases*, 1: 3-26.
- Bolivar RB, Bolivar HL, Sayco RMV, Jimenez ET, Argueza RB, Dadag LB, Taduan AG, Borski RJ. 2008. Growth evaluation, sex conversion rate and percent Survival

- of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in earthen ponds. In: Elghobashy H, Fitzsimmons K, Diab AS (ed.). *Proceeding on 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, October 12-14, 2008. Cairo, Egypt. 1436 p.
- Bonga SEW. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(3): 591-625.
- Brummett RE. 1995. Environmental regulation of sexual maturation and reproduction in tilapia. *Reviews in Fisheries Science*, 3(3): 231-248.
- Canonico GC, Arthington A, McCrary JK, Thieme ML. 2005. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(5): 463-483.
- Chinoy NJ. 1985. The reversible antifertility effect of extract of *Carica papaya* seeds on male rats. In: Kumar ATC, Waites GMH (ed.). *Methods for the Regulation of Male Fertility. Proceeding of Symposium organised by the Indian Council of Medical Research and WHO at the Institute for Research in Reproduction*. Published by India Council of Medical Research. New Delhi. 95 p.
- Courtenay WR. 1997. Tilapias as non-indigenous species in the Americas: environmental, regulatory and legal issues. In: Costa-Pierce BA, Rakocy JE (ed.). *Tilapia Aquaculture in the Americas. World Aquaculture Society: Volume I*, Baton Rouge, LA; pp. 18-33.
- Coward K, Little D. 2001. Culture of the 'aquatic chicken': present concerns and future prospects. *Biologist*, 48(1): 12-16.
- de Silva SS, Subasinghe RP, Bartley DM, Lowther A. 2004. Tilapias as alien aquatics in Asia and the Pacific: A Review. *FAO Fisheries Technical Paper*, 453: 65 pp.
- Devi V, Urooj A. 2010. Nutrient profile and antioxidant components of *Costus Speciosus* Sm. and *Costus igneus* Nak. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(1): 116-118.
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 hlm.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 hlm.
- Ehrlich PR. 1988. Attributes of invaders and invading processes. In: Drake J, di Castri F, Groves R, Kruger F, Mooney H, Rejmanek A, Williamson M (ed.). *Biological Invasions: A Global Perspective*. John Wiley: Chichester, UK; pp. 315-328
- El-Sayed AFM, El-Ghobashy A, Al-Amoudi M. 1996. Effects of pond depth and water temperature on the growth, mortality and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture Research*, 27(9): 681-687.
- El-Sayed AFM. 2006. *Tilapia Culture*. CABI Publishing, CABI International, Willingford, Oxfordshire, United Kingdom. 277 p.
- Fernandes MDO, Volpato GL. 1993. Heterogeneous growth in the Nile tilapia: Social stress and carbohydrate metabolism. *Physiology & Behavior*, 54(2): 319-323.
- Francis G, Kerem Z, Harinder PS, Makkar, Becker K. 2002. The biological action of saponins in animal system: review. *British Journal of Nutrition*, 88(6): 587-605.
- Froese R, Pauly D. 2018. Fishbase. *World Wide Web electronic publications*: www.fishbase.org, version (06/2018).
- Harrison IJ, Stiassny MLJ. 1999. The quiet crisis: a preliminary listing of the freshwater fishes of the world that are extinct or 'missing in action'. In: MacPhee RDE, Sues HD (ed.). *Extinctions in Near Time*. Kluwer Academic Publishers, New York, pp. 271-331.
- Hasanah W, Sukarjati. 2016. Pengaruh pemberian ekstrak biji pepaya (*Carica Papaya* L.) dan ekstrak daun mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) dan campuran ekstrak biji pepaya dan ekstrak daun mimba terhadap kualitas spermatozoa mencit (*Mus Musculus*). *Wahana*, 67(2): 59-69.
- Hossan MS, Ulka SB, Motin MA, Tarafder MAK, Sukhan ZP, Rashid H. 2013. Egg and fry production performance of female tilapia related to fluctuating temperature and size variation. *Proceeding on 4th the International Conference on Environmental Aspects of Bangladesh*. Fukuoka, Japan, August 24-26, 2013. The University of Kitakyushu. 140 p.

- Huang WB, Chiu TS. 1997. Effects of stocking density on survival, growth, size variation, and production of Tilapia fry. *Aquaculture Research*, 28(3): 165–173.
- Jalaluddin. 2014. Pengaruh salinitas terhadap fekunditas fungsional, daya tetas telur dan benih ikan nila salin (*Oreochromis niloticus* Linn). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*, 1(2): 17-31.
- Kebus MJ, Collins MT, Brownfield MS, Amundson CH, Kayes TB, Malison JA. 1992. Effects of rearing density on stress response and growth of rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 4(1): 1-6.
- Khalil M, Aida N, Adhar S, Hartami P. 2016. Pencampuran tepung daun gendarusa (*Justicia gendarussa*) dalam pakan untuk mengurangi fertilitas ikan nila gift, *Oreochromis* sp. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(1): 11-23.
- Lohiya NK, Manivannan B, Goyal S, Ansari AS. 2008. Sperm motility inhibitory effect of the benzene chromatographic fraction of the chloroform extract of the seeds of *Carica papaya* in langur monkey, *Presbytis entellus entellus*. *Asian Journal of Andrology*, 10(2): 298-306.
- Lohiya, NK, Manivannan B, Mishra, PK, Pathak N, Sriram S, Bhande SS, Panneerdoss S. 2002. Chloroform extract of *Carica papaya* seeds induces long-term reversible azoospermia in Langur monkey. *Asian Journal of Andrology*, 4(1): 17-26.
- Lorenzen K. 2005. Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453): 171–189.
- Masrizal, Efrizal. 1997. Pengaruh rasio pengenceran mani terhadap fertilisasi sperma dan daya tetas telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L). *Fisheries Journal Garing*, 6: 1-9.
- McGinnity P, Prodöhl P, Ferguson A, Hynes R, Maoiléidigh ÓN, Baker N, Cotter D, O'Hea B, Cooke D, Rogan G, Taggart J, Cross T. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society, Series B: Biological Sciences*, 270(1532): 2443–2450.
- McKaye KR, Ryan JD, Stauffer JR, Perez LJJ, Vega GI, van den Berghe EP. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua: ecosystem in transition. *Bioscience*, 45(6): 406–411.
- Minggawati I, Lukas. 2012. Studi kualitas air untuk budidaya ikan karamba di Sungai Kahayan. *Jurnal Media Sains*, 4(1): 87–91.
- Moyle PB, Leidy RA. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystem: evidence from fish faunas. In: Fiedler PL, Jain SK (ed.). *Conservation Biology: the Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*. Chapman and Hall, New York. pp. 127-169
- Muchlisin ZA, Azizah MNS. 2009. Diversity and distribution of freshwater fishes in Aceh Water. Northen-Sumatera, Indonesia. *International Journal of Zoological Research*, 5(2):62-79.
- Muslichah S, Wiratmo. 2015. Efek antifertilitas fraksi *n*-heksana, fraksi kloroform, dan fraksi metanol biji pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap tikus jantan Galur Wistar. *Jurnal Farmasi Sains dan Terapan*, 2(2): 10-14.
- Nainggolan R, Revol D, Monijung, Mingkid W. 2015. Penambahan madu dalam pengenceran sperma untuk motilitas spermatozoa, fertilisasi dan daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Ejournal Budidaya Perairan*, 3(1): 131-140.
- Naylor R, Hindar K, Fleming I, Goldberg R, Williams S, Volpe J, Whoriskey F, Eagle J, Kelso D, Mangel M. 2004. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *Bioscience*, 55(5): 427–437.
- Nuraini T, Kusmana D, Afifah E. 2012. Penyuntikan ekstrak biji *Carica papaya* L. varietas Cibinong pada *Macaca fascicularis* L. dan kualitas spermatozoa serta hormon testosteron. *Makara Kesehatan*, 16(1): 9-16.
- Ogotu-Ohwayo R. 1990. The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia,

- Oreochromis niloticus*. *Environmental Biology of Fishes*, 27(2): 81–96.
- Oyen FGF, Camps LECMN, Bonga WSE. 1991. Effects of acid stress on the embryonic development of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Toxicology*, 19(1): 1–12.
- Popma T, Masser M. 1999. Tilapia life history and biology. Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 283.
- Puspitasari Y, Suhita BM. 2014. Pemberian ekstrak ethanol biji papaya (*Carica papaya*) sebagai bahan antifertilitas alternatif pada tikus betina (*Rattus norvegicus*) terhadap jumlah dan kualitas sel telur. *Veterinaria Medika*, 7(1): 1-6.
- Rusmiati. 2007. Pengaruh ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L) terhadap viabilitas spermatozoa jantan (*Mus musculus* L). *Bioscientiae*, 4(2): 63-70.
- Rustadi. 1996. Pengambilan telur dari induk nila merah (*Oreochromis* sp) pengaruhnya terhadap kecepatan berpijah kembali. *Jurnal Perikanan*, 1(1): 27-34
- Salsabila A, Basuki F, Hastuti S. 2013. Performa pertumbuhan strain ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berbeda pada sistem budidaya minapadi. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(4): 1-6
- Satriyasa BK, Pangkahila, Wimpie I. 2010. Fraksi heksan dan fraksi metanol ekstrak biji pepaya muda menghambat spermatogonia mencit (*Mus musculus*) jantan. *Jurnal Veteriner*, 11(1): 36-40.
- Satriyasa BK. 2008. Fraksi heksan ekstrak biji pepaya muda dapat menghambat proses spermatogenesis mencit jantan lebih besar daripada fraksi metanol ekstrak biji pepaya muda. *Indonesian Journal of Biomedical Science*, 2(2): 1-12
- Solihati N, Purwantara B, Supriatna I, Winarto A. 2013. Perkembangan sel-sel spermatogenik dan kualitas sperma pasca pemberian ekstrak pegagan (*Centella asiatica*). *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 18(3): 192–201.
- Sujoko H, Setiadi MA, Boediono A. 2009. Seleksi spermatozoa domba Garut dengan metode sentrifugasi Gradien Densitas Percoll. *Jurnal Veteriner*, 10(3): 125-132.
- Sukadana IM, Santi SR, Juliariti NK. 2008. Aktivitas antibakteri senyawa golongan triterpenoid dari biji pepaya (*Cacica papaya* L). *Jurnal Kimia*, 2(1): 15-18.
- Tammadusturi, Basuki. 2012. Analisis karakter reproduksi ikan nila kunti (*Oreochromis niloticus*) F4 dan F5. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1): 180-192.
- Teletchea F, Fontaine P. 2012. Levels of domestication in fish: implications for the sustainable future of aquaculture. *Fish and Fisheries*, 15(2): 181–195.
- Thomas ANS. 1989. *Tanaman Obat Tradisional*. Kanisius. Yogyakarta. 130 hlm.
- Tran-Duy A, Schrama JW, van Dam AA, Verreth JAJ. 2008. Effect of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 275(1-4): 152-162.
- Trewavas E. 1983. *Tilapiine Fishes of the Genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia*. British Museum of Natural History: London. 583 p.
- Verma RJ, Chinoy NG. 2001. Effect of papaya seed extract on microenvironment of cauda epididymis. *Asian Journal of Andrology*, 3(2):143-146.
- Wargasasmita S. 2005. Ancaman invasi ikan asing terhadap keanekaragaman ikan asli. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(1): 5-10.
- Winarno MW, Sundari D. 1997. Informasi tanaman obat untuk kontrasepsi tradisional. *Cermin Dunia Kedokteran*, 120: 25-29.
- Yuniwati, Purwanti A. 2008. Optimasi kondisi proses ekstraksi minyak biji pepaya. *Teknologi Technoscintia*, 1(1): 74-84.
- Yustysi DP, Basuki F, Susilowati T. 2016. Analisis karakter reproduksi dan performa benih pendederan ikan nila pandu F6 dengan ikan nila nilasa (*Oreochromis niloticus*) secara resiprokal. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 116-123.