

PENGARUH EKSTRAK BIJI MAHONI (*SWIETENIA MACROPHYLLA* KING) SEBAGAI SAPONIN ALAMI PADA DOSIS PEMBERIAN PAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA LARASATI (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) TAHAP PENDEDERAN II SEBAGAI IKAN PENGGANGGU

Siti Lestari^{a*}, Rizki Eka Putri^a, Donny Prariska^a, Guttifera^a, Rani Ria Rizki^a, Suyono^b, Sri Mulatsih^b

^aFakultas Pertanian, Universitas Sumatera Selatan, Palembang, Indonesia

^bFakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pancasakti, Tegal, Indonesia

*Koresponden: siti.lestari@uss.ac.id

Abstrak

Penggunaan saponin dalam kegiatan usaha budidaya terutama pembesaran ikan / udang saat persiapan lahan hingga saat ini sangat diperlukan untuk memberantas hama ikan liar yang akan mengganggu kegiatan budidaya. Diperlukan jalan keluar untuk menghilangkan ikan-ikan liar dengan penggunaan bahan kimia dari alam yang dapat mematikan ikan liar tanpa mematikan ikan/udang yang dibudidayakan. Pestisida nabati secara umum diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Beberapa jenis tumbuhan penghasil pestisida yang telah diteliti dan terbukti efektif dalam pengendalian hama, salah satunya adalah mahoni (*Swietenia* spp). Penelitian ini bertujuan untuk : 1.) Mengetahui pengaruh pemberian serbuk biji mahoni terhadap pertumbuhan ikan nila dalam skala laboratorium 2.) Mengetahui dosis serbuk biji mahoni yang tepat untuk mematikan ikan nila dalam skala laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 dan bertempat di Laboratorium Budidaya Ikan Terpadu Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pancasakti Tegal. Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : ekstrak biji mahoni dan benih ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) dengan ukuran antara 5 cm, media yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran panjang 70 cm, lebar 70 cm dan tinggi 70 cm sebanyak 18 buah, dan peralatan untuk mengukur parameter fisika dan kimia air. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktorial dengan dua faktor , yaitu faktor A (Dosis Pemberian biji mahoni) dan faktor B (Dosis Pemberian Pakan) dengan tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukan sebuah gejala klinis pada pemberian dosis biji mahoni yaitu semakin banyak dosis ekstrak biji mahoni akan semakin mempengaruhi perubahan tingkah laku ikan. Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dan dosis pemberian pakan yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan bobot individu mutlak, laju pertumbuhan harian, pertumbuhan relatif, pertumbuhan panjang ikan. Namun pertumbuhan bobot biomassa mutlak tidak berbeda nyata. Pemberian dosis Biji Mahoni 15% merupakan perlakuan yang mendapat efek yang nyata terhadap pertumbuhan Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap Pendederan II. Pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dengan dosis 5% mempunyai kelangsungan hidup 40 – 80%, pemberian dosis 10% mempunyai kelangsungan hidup 20 – 80%, dan pemberian dosis 15% mempunyai tingkat kelangsungan hidup 0%.

Kata kunci : Mahoni, Dosis pakan, Ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*)

Abstract

Applying saponin to the aquaculture activity during fishpond preparation, especially fish or shrimp hatchery, was needed to protect against the pest of wild fish that can disturb aquaculture activity. It needed a solution to use natural chemical material to destroy the wild fish without killing the cultivation. Natural pesticide generally was implied as a pesticide made from plants. Some plant that produced pesticide was identified and effectively proved to the pest controller, such as Mahoni (*Swietenia* spp). This research aims to identify: 1. The effect of Mahoni seeds powder on the growth of Nila fish on a laboratory scale. 2. The precise dose of Mahoni seeds powder to kill Nila fish on a laboratory scale. The experiment was conducted in August 2015 at The Laboratory of the Faculty of Fisheries and Marine

Science at the University of Pancasila Tegal. The experiment materials were Mahoni seed extraction and juvenile Nila Larasati fish (*Oreochromis niloticus*), size \pm 5 cm. Eighteen aquaria (70 cm x 70 cm x 70 cm) and some physical and chemical parameter measurement tools were also prepared. The experimental design was differentiated into two treatments: A factor was the seeds of the Mahoni feeding dose, and B factor was the pellet feeding dose by three replications in each treatment. The experiment result showed that an increased feeding frequency of Mahoni seeds influenced the change in fish behavior. These two treatments were significantly influenced by the individual growth, daily growth rate, relative growth rate, and the length of the fish. However, the biomass growth rate was not significantly different. The most significant effect on the fish was expressed in a 15% dose of Mahoni seeds, whereas 5 %, 10%, and 15% of Mahoni seeds extraction treatment showed 40 - 80%, 20 - 80%, and 0% survival rate.

Keywords : Mahoni, Pellet Feeding dose, Fish nila larasati (*oreochromis niloticus*)

PENDAHULUAN

Pengeringan kolam serta penggunaan tuba sebelum penebaran benih dan penggunaan serta penempatan jaring halus untuk memasukkan dan mengganti air dapat mencegah masuknya ikan liar ke dalam kolam. Gangguan selalu dapat terjadi meskipun kolam sudah dikeringkan sehingga memungkinkan ikan liar memasuki kolam. Ikan liar yang bertambah jumlahnya di dalam kolam akan menjadi hama dan penyaing terutama dalam hal memanfaatkan makanan serta oksigen. Jalan keluar diperlukan untuk menghilangkan ikan-ikan liar dengan penggunaan bahan kimia dari alam yang dapat mematikan ikan liar tanpa mematikan ikan/udang yang dibudidayakan. Bahan racun yang dimaksud adalah bungkil biji teh (saponin) (Sutarmat,1990).

Dampak negatif dari penggunaan pestisida diantaranya adalah meningkatnya daya tahan hama terhadap pestisida, membengkaknya biaya perawatan akibat tingginya harga pestisida dan penggunaan yang salah dapat mengakibatkan racun bagi lingkungan, manusia serta ternak. Pengendalian hama dan penyakit dapat dilakukan secara mekanis, kultur teknis, dan kimia. Pengendalian secara mekanis adalah dengan cara menangkap hama yang menyerang tanaman atau membuang bagian tanaman yang terserang hama atau penyakit. Pengendalian secara kultur teknis antara dengan pengaturan kelembaban udara, pengaturan pelindung dan intensitas sinar matahari. Insektisida dan fungisida nabati apabila dibutuhkan dapat digunakan. Pestisida nabati secara umum diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan (Asmaliyah *et al*, 2010).

Siregar *et al*,(2005) menyatakan beberapa jenis tumbuhan penghasil pestisida yang telah diteliti dan terbukti efektif dalam pengendalian hama, salah satunya adalah mahoni (*Swietenia* spp). Buah mahoni selain kayunya bermanfaat juga mengandung senyawa yang mirip dengan *Butane Hexane Chlor* (BHC) dengan konsentrasi 0,005 ppm. Senyawa BHC atau yang dikenal sekarang *Hexa Chlorosiclo Hexana* (HCH) merupakan insektisida organoklorida yang bersifat racun perut dan racun pernapasan. Pembuatan insektisida dari buah mahoni dengan cara merendam 150 gram biji mahoni dalam 1 liter air selama 24 jam.

Ekstrak tumbuh-tumbuhan yang berasal dari kayu, kulit, daun, bunga, buah atau biji, diperkirakan berpotensi mencegah pertumbuhan jamur ataupun menolak kehadiran serangga perusak. Beberapa contoh misalnya nikotin dari daun tembakau, *rotenoid* dengan bahan aktif rotenon dari banyak spesies dari genus *Tephrosia* (kacang babi), *Derris* (akar tuba), *Lonchocarpus* (daun gamal), *Milletia* dan *Mundilea*, dan ekstrak dari biji *Schoenocaulon officinale* (biji bunga lili). *Veratrine* dari biji *S. drummondii* (tanaman turi) dan *S. texanum* (tanaman wedusan) adalah bahan-bahan beracun dari grup alkaloid. Hasil penelitian analisis data Antoro (2013) menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak biji mahoni paling efektif pengaruhnya terhadap mortalitas.

Hal ini berkaitan dengan jenis senyawa yang terkandung dalam bahan pestisida, proses fisiologis pada tanaman yang berkaitan dengan metabolisme senyawa tersebut serta proses fisiologis dalam tubuh serangga sebagai target. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian biji mahoni.

METODE PENELITIAN

Bahan dasar saponin yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING). Biji mahoni yang digunakan adalah biji yang sudah tua, didapat dari pekarangan atau jalan raya yang dikumpulkan sedikit demi sedikit lalu dikeringkan dengan cara dijemur sampai kering, setelah kering dimasukan kedalam kantong plastik. Dosis pemberian biji mahoni 5%, 10%, 15% dari 100 gr biji mahoni. Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) dengan ukuran kurang lebih 5 cm. Wadah dan media uji yang digunakan adalah bak fiber dengan ukuran panjang 70 cm, lebar 70 cm dan tinggi 70 cm sebanyak 18 buah

Jenis Pakan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pakan komersial merek PS-P produksi PT. Central Pangan Pertiwi berbentuk tepung dengan komposisi :

- Protein min : 40%
- Lemak min : 10%
- Serat kasar max : 8%
- Kadar air max : 12%

Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Aerator, selang dan batu aerasi digunakan untuk menjaga kondisi oksigen terlarut
2. Penggaris plastik, dengan ketelitian sampai milimeter digunakan untuk mengukur panjang tubuh ikan
3. Timbangan elektrik dengan ketelitian 0,1 gram digunakan untuk mengukur berat dan menimbang ikan
4. Serok / seser digunakan untuk mengambil ikan
5. Ember digunakan untuk tempat ikan saat pengambilan sampel ikan
6. pH meter

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Masyhuri dan Zaenudin (2008), menyatakan metode eksperimen adalah observasi di bawah kondisi buatan (*artificial condition*) untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberi perlakuan-perlakuan (*treatment*) pada beberapa kelompok eksperimental dan penyelidikan kontrol untuk perbandingan.

Persiapan dan Adaptasi

Wadah pemeliharaan ikan uji berupa akuarium dilengkapi dengan aerasi untuk menjaga ketersediaan oksigen terlarut. Air yang digunakan berasal dari air tanah yang telah disaring atau diendapkan terlebih dahulu, dipersiapkan dua hari sebelum ikan uji ditebar dengan pemberian aerasi yang cukup besar untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam air dan menguapkan gas-gas lain yang merugikan ikan. Penggunaan aerasi mutlak diperlukan pada pemeliharaan ikan uji sebagai pensuplai oksigen terlarut dalam air. Aerasi dipasang pada setiap akuarium penelitian.

Tahap persiapan wadah uji dilakukan selama satu minggu sebelum penebaran benih. Pelaksanaan penelitian terbagi dalam beberapa tahapan yaitu :

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi penyediaan alat dan materi yang akan digunakan dalam penelitian, seperti pemilihan benih ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*), penyediaan peralatan menimbang bobot badan dan peralatan parameter fisika kimia air. Sampling untuk menentukan benih ikan uji yang akan dipakai dalam penelitian, dilakukan setelah seleksi terhadap benih ikan nila larasati yang mempunyai berat relatif sama. Hal ini dilakukan dalam upaya memenuhi homogenitas variable ikan uji.

Langkah yang digunakan pada penelitian :

- a. Media / akuarium diberi label, kemudian media diisi dengan volume air 20 cm.
- b. Selang aerasi yang sudah dipasang dengan batu aerasi mulai dari media pertama sampai ke media yang akhir sehingga saling berhubungan dan mudah terkontrol.

c. Dosis serbuk biji mahoni yang akan diuji ditimbang, setelah dosis serbuk biji mahoni yang dibutuhkan terpenuhi di campurkan dosis serbuk biji mahoni sesuai dengan pakan yang sudah diberi label sebelumnya sesuai dengan prosentase yang akan diujikan pada setiap media. Serbuk mahoni diberikan ke dalam media yang sudah disiapkan dengan catatan jumlah ikan/media sama. Langkah berikutnya pemberian pakan. Pengukuran kualitas air, pertumbuhan pada ikan nila serta mengamati hasil penelitian, mencatat hasilnya pada buku laporan sementara.

2. Adaptasi

Adaptasi dilakukan secara bertahap, dimulai pada awal perlakuan, sampai kondisi ikan telah teradaptasi dengan baik sesuai perlakuan. Pada langkah awal sebelum penelitian, dilakukan persiapan peralatan dan materi yang lainnya. Adaptasi terhadap ikan uji dengan lingkungan dan pakan yang digunakan selama 3 (tiga) hari. Selama masa adaptasi ini belum dilakukan pencatatan data.

Pemberian Mahoni, Pakan dan Pengelolaan Kualitas Air

Pelaksanaan kegiatan penelitian ditempuh melalui beberapa tahapan, sebagai berikut :

1. Pengambilan mahoni

Biji mahoni yang digunakan adalah biji yang sudah tua, dikumpulkan lalu dikeringkan dengan cara dijemur sampai kering, setelah kering dimasukkan kedalam kantong plastik untuk disimpan agar tahan lama tidak terkena jamur. Setelah kering biji sudah bisa digunakan yaitu dengan cara menumbuk atau diblender sampai halus menjadi bubuk.

Pembuatan dosis mahoni 5%, 10%, 15% dari pakan yang diberikan

5%	=	5 gr mahoni / 100 gr pakan x 1000 gr / kg pakan
	=	0,05 x 1000 gr/ kg pakan
	=	50 gr mahoni / kg pakan
10%	=	10 gr mahoni / 100 gr pakan x 1000 gr / kg pakan
	=	0,1 x 1000 gr/ kg pakan
	=	100 gr mahoni / kg pakan
15%	=	15 gr mahoni / 100 gr pakan x 1000 gr / kg pakan
	=	0,15 x 1000 gr/ kg pakan
	=	150 gr mahoni / kg pakan

2. Pencampuran pakan

Biji mahoni yang sudah kering dikupas lalu ditumbuk atau diblender sampai halus kemudian dicampur dengan pakan pabrikan yaitu PS-P berupa tepung halus. Hasil pencampuran berbentuk tepung.

3. Pemberian Pakan

Pemberian pakan diberikan untuk 2 tingkatan dosis, yaitu 3% dan 5% dari biomassa ikan uji per hari, dan diberikan 2 kali pagi jam 07.00 WIB dan sore hari pada jam 16.00 WIB.

Pemberian pakan 3% dan 5% (Bobot rata-rata ikan uji 5 gr/ekor dan jumlah ikan uji 50 ekor/akuarium)

3%	=	5 gr x 50 ekor x 3%
	=	7,5 gr / hari / akuarium
	=	7,5 / 2 (pemberian pakan 2x pagi dan sore)
	=	3,75 gr / pemberian pakan / akuarium
5%	=	5 gr x 50 ekor x 5%
	=	12,5 gr / hari / akuarium
	=	12,5 / 2 (pemberian pakan 2x pagi dan sore)
	=	6,25 gr / pemberian pakan / akuarium

4. Pemeliharaan Media

Setiap hari dilakukan penyiponan untuk membersihkan kotoran maupun sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan, serta penggantian air dilakukan seminggu sekali sebanyak 50 % dari air dalam bak (Gusrina, 2008).

5. Penimbangan Bobot Ikan

Penimbangan dimulai pada awal penelitian kemudian selanjutnya dilakukan setiap minggu sekali sampai akhir penelitian. Pengukuran dilakukan menggunakan timbangan elektrik dengan cara menimbang air bersama wadah (cawan petri) terlebih dahulu setelah tertera bobot air dan cawan petri kemudian timbangan dinormalkan kembali dan selanjutnya ikan uji dimasukkan ke dalamnya, bobot yang tertera merupakan bobot ikan nila, air dan cawan petri atau bobot keseluruhan. Hasil pengukuran bobot ikan nila adalah bobot keseluruhan dikurangi bobot air dan cawan petri.

6. Pengamatan Parameter Fisika Kimia Air

Parameter fisika kimia air yang diamati selama seminggu sekali meliputi O_2 terlarut, CO_2 , NO_2 , NO_3 , sedangkan pengamatan terhadap suhu dan pH dilakukan setiap hari dan waktu pengamatan adalah pukul 07.00 dan 16.00 WIB.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor A (Dosis Pemberian biji mahoni) dan faktor B (Dosis Pemberian Pakan) dengan tiga kali ulangan.

1. Faktor A (Dosis Pemberian Biji Mahoni)
 - A0 : Dosis Pemberian Biji Mahoni 0% (kontrol)
 - A1 : Dosis Pemberian Biji Mahoni 5%
 - A2 : Dosis Pemberian Biji Mahoni 10%
 - A3 : Dosis Pemberian Biji Mahoni 15%
2. Faktor B (Dosis Pemberian Pakan)
 - B1 : Dosis Pemberian Pakan 3%
 - B2 : Dosis Pemberian Pakan 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Klinis Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*)

Pemberian dosis biji mahoni yang berbeda berpengaruh terhadap tingkah laku ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). Perubahan tingkah laku ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) setelah pemberian ekstrak biji mahoni dengan dosis yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan Tingkah Laku Ikan Larasati (*Oreochromis niloticus*) setelah Pemberian Ekstrak Biji Mahoni dengan Dosis yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan	Bobot Individu (gram)		Waktu (jam)		
		Wo	Wt	Normal	Hilang Keseimbangan	Mati
A1B1	1	5,10	13,22	3,00	8,00	22,00
	2	5,00	9,75	5,00	10,00	20,00
	3	5,20	9,67	3,00	8,50	21,00
	rata-rata	5,10	10,88	3,67	8,83	21,00
A1B2	1	5,00	12,32	3,00	9,00	20,00
	2	5,00	10,53	4,00	10,00	22,00
	3	4,90	8,71	5,00	8,00	19,00
	rata-rata	4,97	10,52	4,00	9,00	20,33
A2B1	1	4,90	12,10	0,50	2,00	15,00
	2	4,80	9,93	1,00	4,00	13,00
	3	5,00	9,20	0,80	3,00	16,00
	rata-rata	4,90	10,41	0,77	3,00	14,67
A2B2	1	5,10	12,71	1,00	3,00	16,00
	2	4,80	9,68	0,50	2,00	14,00

	3	5,40	10,12	0,80	5,00	12,00
	rata-rata	5,10	10,84	0,77	3,33	14,00
A3B1	1	4,77	6,19	0,10	1,00	10,00
	2	4,60	5,85	0,10	1,00	8,00
	3	5,30	6,51	0,20	1,50	7,00
	rata-rata	4,89	6,18	0,13	1,17	8,33
	1	5,20	6,96	0,20	1,00	9,00
A3B2	2	5,20	6,88	0,10	1,50	10,00
	3	5,10	6,17	0,20	1,50	7,00
	rata-rata	5,17	6,67	0,17	1,33	8,67

Pemberian dosis biji mahoni dengan dosis 5% terhadap ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) masih menunjukkan ikan uji dalam kondisi yang normal walaupun terlihat gelisah pada 3 - 5 jam setelah pemberian ekstrak biji mahoni. Setelah 8 - 10 jam ikan uji telah hilang keseimbangan dan setelah 19 - 22 jam ikan uji mengalami kematian. Pada pemberian dosis biji mahoni dengan dosis 10% ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) masih menunjukkan kondisi yang normal walaupun terlihat gelisah pada 30 menit - 1 jam setelah pemberian ekstrak biji mahoni, setelah 2 - 5 jam telah hilang keseimbangan dan setelah 12 - 16 jam akan mengalami kematian. Pada pemberian biji mahoni dengan dosis 15% gejala klinis ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) masih menunjukkan kondisi yang normal walaupun terlihat gelisah pada 5 - 10 menit setelah pemberian ekstrak biji mahoni, setelah 1 - 1,5 jam telah hilang keseimbangan dan setelah 7 - 10 jam akan mengalami kematian. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak dosis ekstrak biji mahoni akan semakin mempengaruhi perubahan tingkah laku ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). Perubahan tingkah laku yang paling mencolok setelah pemberian ekstrak biji mahoni adalah ikan terlihat gelisah, gerakannya mondar-mandir terlihat tidak nyaman dalam bak pemeliharaan.

Pertumbuhan Bobot Individu Mutlak (Gram)

Pertumbuhan bobot individu mutlak (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu dengan pemberian ekstrak biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai saponin alami pada dosis pemberian pakan yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertumbuhan Bobot Individu Mutlak (Gram) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda.

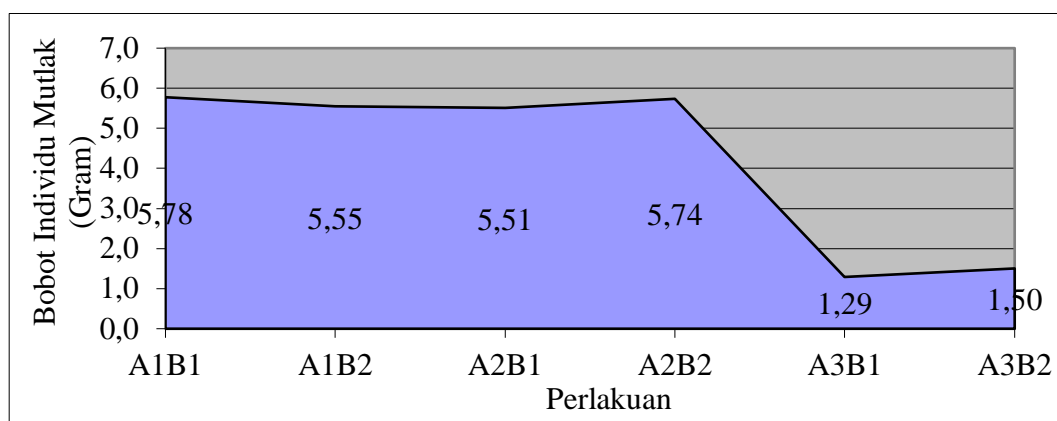
Ulangan	A1		A2		A3	
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
	A	B	C	D	E	F
1	8,12	7,32	7,20	7,61	1,42	1,76
2	4,75	5,53	5,13	4,88	1,25	1,68
3	4,47	3,81	4,20	4,72	1,21	1,07
Rata-Rata	5,78 ^{ef}	5,55 ^{ef}	5,51 ^{ef}	5,74 ^{ef}	1,29 ^{abcd}	1,50 ^{abcd}
SD	2,03	1,76	1,54	1,62	0,11	0,38

Keterangan : Angka dengan huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada Uji Duncan (Lampiran 13)

Berdasarkan analisis data dengan uji faktorial diperoleh bahwa pengaruh perlakuan dan faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) mengganggu / menghambat pertumbuhan bobot individu mutlak (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) sehingga menyebabkan kematian (Lampiran 12).

Uji lanjutan wilayah berganda Duncan untuk Perlakuan A3B1 dan perlakuan A3B2 memberikan respon pertumbuhan bobot individu mutlak yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A2B2, A1B2, A2B1, dan A1B1, Perlakuan A3B1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B2 sehingga perlakuan A3B1 mempunyai kecenderungan yang sama dengan perlakuan A3B2, memberikan efek yang sangat nyata dalam mengganggu / menghambat pertumbuhan bobot individu mutlak (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*).

Pengujian faktor utama : terhadap faktor A (Dosis Pemberian Biji Mahoni) menghasilkan perbedaan pertumbuhan bobot individu mutlak yang sangat nyata antara A1 - A3 dan A2 - A3 sehingga perlakuan A3 (Dosis pemberian biji mahoni 15%) merupakan perlakuan yang memberikan efek yang sangat nyata dalam mengganggu / menghambat pertumbuhan bobot individu mutlak (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) (Gambar 1).



Gambar 1. Pertumbuhan Bobot Individu Mutlak (Gram) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda.

Laju Pertumbuhan Harian (%)

Laju pertumbuhan harian (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II selama penelitian disajikan pada Tabel 3 dan Lampiran 2.

Tabel 3. Laju Pertumbuhan Harian (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda.

Ulangan	A1		A2		A3	
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2

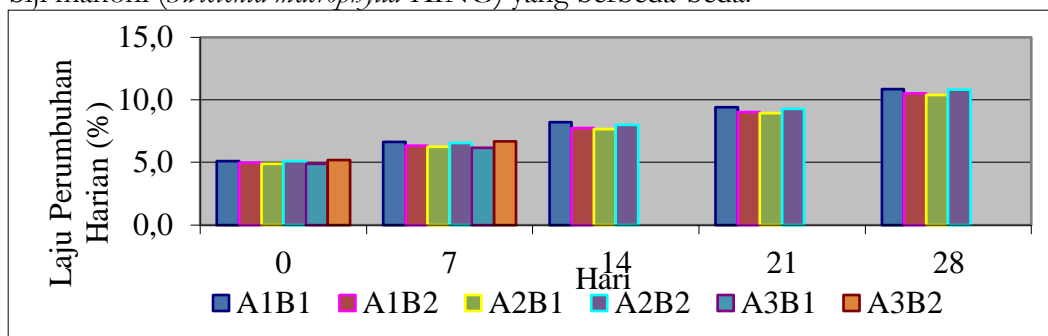
	A	B	C	D	E	F
1	3,17	3,01	3,01	3,04	0,87	0,97
2	2,23	2,48	2,42	2,34	0,80	0,93
3	2,07	1,92	2,03	2,09	0,69	0,63
Rata-Rata	2,49	2,47	2,49	2,49	0,79	0,84
SD	0,59	0,55	0,49	0,49	0,09	0,19

Keterangan : Angka dengan huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada Uji Duncan (Lampiran 18)

Analisis data dengan uji faktorial menghasilkan perlakuan faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) mengganggu/menghambat laju pertumbuhan harian (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu (Lampiran 17).

Uji lanjutan wilayah berganda Duncan menunjukan adanya pengaruh sangat nyata perlakuan A3B1 dan A3B2 terhadap laju pertumbuhan ikan uji dengan perlakuan A2B1, A1B2, A2B2, dan A1B1. Perlakuan A3B1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B2 sehingga perlakuan A3B1 mempunyai kecenderungan yang sama dengan perlakuan A3B2, yang memberikan efek yang sangat nyata mengganggu/menghambat laju pertumbuhan harian (%) Ikan uji. Untuk pengujian faktor utama : terhadap faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) diperoleh perbedaan yang sangat nyata antara A1 dengan A3 dan A2 dengan A3 sehingga perlakuan A3 (Dosis pemberian biji mahoni 15%) dapat dinyatakan sebagai perlakuan yang memberikan efek yang sangat nyata dalam mengganggu/menghambat laju pertumbuhan harian (%) ikan uji. Sebagaimana diilustrasikan pada gambar 2.

Grafik tersebut memperlihatkan perbedaan respon laju pertumbuhan harian (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II karena pengaruh dosis ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) yang berbeda-beda.



Gambar 2. Laju Pertumbuhan Harian (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda.

Pertumbuhan Relatif (Gram)

Pertumbuhan relatif (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu yang dipengaruhi oleh pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai saponin alami pada dosis pemberian pakan yang berbeda disajikan pada Tabel 7 Lampiran 22.

Tabel 7. Pertumbuhan Relatif (Gram) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

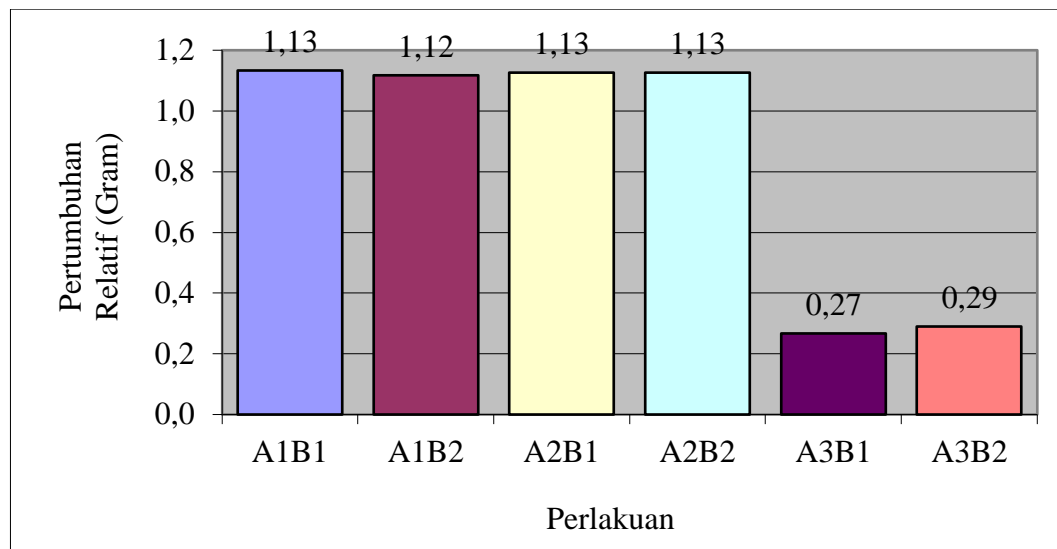
Ulangan	A1		A2		A3	
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
	A	B	C	D	E	F
1	1,59	1,46	1,47	1,49	0,30	0,34
2	0,95	1,11	1,07	1,02	0,27	0,32
3	0,86	0,78	0,84	0,87	0,23	0,21
Rata-Rata	1,13 ^{ef}	1,12 ^{ef}	1,13 ^{ef}	1,13 ^{ef}	0,27 ^{abcd}	0,29 ^{abcd}
SD	0,40	0,34	0,32	0,32	0,04	0,07

Keterangan: Angka dengan huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada Uji Duncan (Lampiran 22)

Berdasarkan analisis data dengan uji faktorial diperoleh bahwa pengaruh perlakuan A (Dosis pemberian biji mahoni) berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) mengganggu / menghambat pertumbuhan relatif (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu (Lampiran 22).

Uji lanjutan wilayah berganda Duncan menghasilkan perlakuan A3B1 dan A3B2 memberikan respon pertumbuhan relatif yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A2B1, A1B2, A2B2, dan A1B1. Respon terhadap perlakuan A3B1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B2 sehingga perlakuan A3B1 mempunyai kecenderungan yang sama dengan perlakuan A3B2. Pengujian faktor utama : terhadap faktor A (Dosis Pemberian Biji Mahoni) menghasilkan perbedaan respon pertumbuhan relatif yang sangat nyata antara A1 dengan A3 dan A2 dengan A3 sehingga perlakuan A3 (Dosis Pemberian Biji Mahoni 15%) merupakan perlakuan terbaik selama penelitian sebagaimana disajikan pada Gambar 13 dan Lampiran 23.

Hasil uji statistik memperlihatkan bahwa pertumbuhan relative (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan perbedaan yang nyata, dimana perlakuan A3B1 dan A3B2 memberikan respon pertumbuhan relatif yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A2B1, A1B2, A2B2, dan A1B1. Perlakuan A3B1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B2 sehingga perlakuan A3B1 mempunyai kecenderungan yang sama dengan perlakuan A3B2.



Gambar 3. Pertumbuhan Relatif (Gram) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

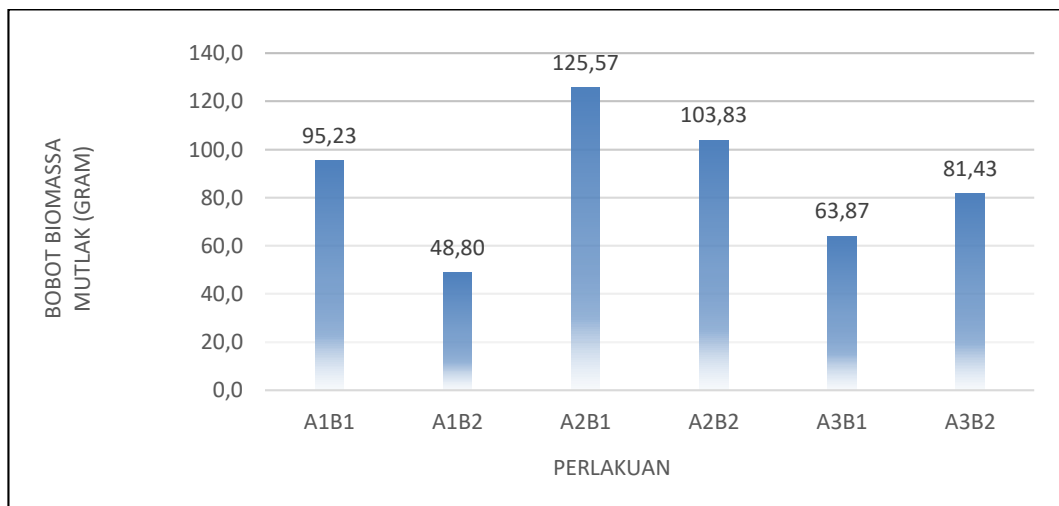
Pertumbuhan Bobot Biomassa Mutlak (Gram)

Pertumbuhan bobot biomassa mutlak (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu dengan pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai saponin alami pada dosis pemberian pakan yang berbeda disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pertumbuhan Bobot Biomassa Mutlak (Gram) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda.

Ulangan	A1		A2		A3	
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
	A	B	C	D	E	F
1	141,60	3,60	118,00	126,30	52,80	120,80
2	17,30	39,40	140,70	50,40	4,00	53,60
3	126,80	103,40	118,00	134,80	134,80	69,90
Rata-Rata	95,23	48,80	125,57	103,83	63,87	81,43
SD	67,90	50,56	13,11	46,47	66,10	35,05

Pengaruh perlakuan faktor A (Dosis pemberian biji mahoni), faktor B (Dosis pemberian pakan) dan interaksi antar faktor AB tidak berpengaruh nyata terhadap terhambatnya pertambahan bobot biomassa mutlak (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu (Gambar 4).



Gambar 4. Pertumbuhan Bobot Biomassa Mutlak (Gram) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

Hasil analisis statistik dengan uji faktorial memperlihatkan bahwa pertumbuhan bobot biomassa mutlak (gram) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) yang dipengaruhi oleh pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) pada dosis yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan

Pertumbuhan Panjang Mutlak (Cm)

Pertumbuhan panjang mutlak (cm) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) sebagai ikan uji dengan pemberian ekstrak biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dengan dosis yang berbeda disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pertumbuhan Panjang Mutlak (Cm) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

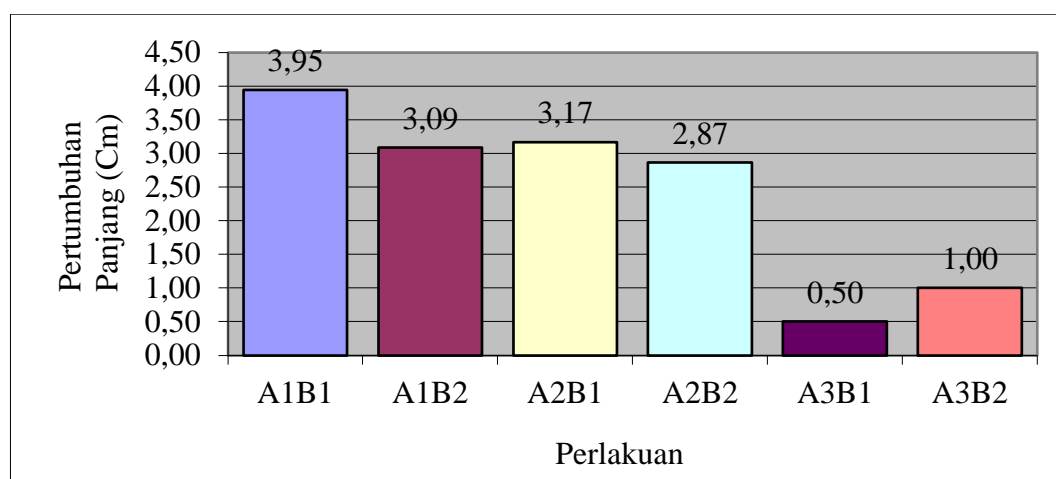
Ulangan	A1		A2		A3	
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
	A	B	C	D	E	F
1	3,90	2,45	2,89	2,70	0,71	0,90
2	3,74	2,52	3,21	3,70	0,30	1,10
3	4,20	4,30	3,40	2,20	0,50	1,00
Rata-Rata	3,95 ^{ef}	3,09 ^{ef}	3,17 ^{ef}	2,87 ^{ef}	0,50 ^{abcd}	1,00 ^{abcd}
SD	0,23	1,05	0,26	0,76	0,21	0,10

Keterangan : Angka dengan huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada Uji Duncan (Lampiran 32)

Hasil uji faktorial menunjukkan bahwa perlakuan faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pertumbuhan panjang mutlak (cm) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) sebagai ikan uji.

Uji lanjutan wilayah berganda Duncan menghasilkan respon pertumbuhan panjang mutlak akibat perlakuan A3B1 dan A3B2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan A1B1, A1B2, A2B1 dan A2B2, namun perlakuan A3B1 cenderung sama dengan perlakuan A3B2. Untuk pengujian faktor utama : yakni faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) menghasilkan perbedaan yang sangat nyata antara respon pertumbuhan panjang mutlak karena A1 - A3 dan A2 - A3 sehingga perlakuan A3 (Dosis pemberian biji mahoni 15%) dapat dinyatakan merupakan perlakuan terbaik. (Lampira 32).

Pertumbuhan panjang mutlak (cm) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu karena pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai saponin alami pada dosis pemberian pakan yang berbeda disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pertumbuhan Panjang Mutlak (Cm) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

Tingkat Kelangsungan Hidup (%)

Tingkat kelangsungan hidup (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu yang dipengaruhi pemberian ekstrak biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) pada dosis yang berbeda disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat Kelangsungan Hidup (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

Ulangan	A1		A2		A3	
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
	A	B	C	D	E	F
1	60,00	40,00	60,00	60,00	0,00	0,00
2	60,00	40,00	20,00	60,00	0,00	0,00
3	80,00	80,00	80,00	80,00	0,00	0,00

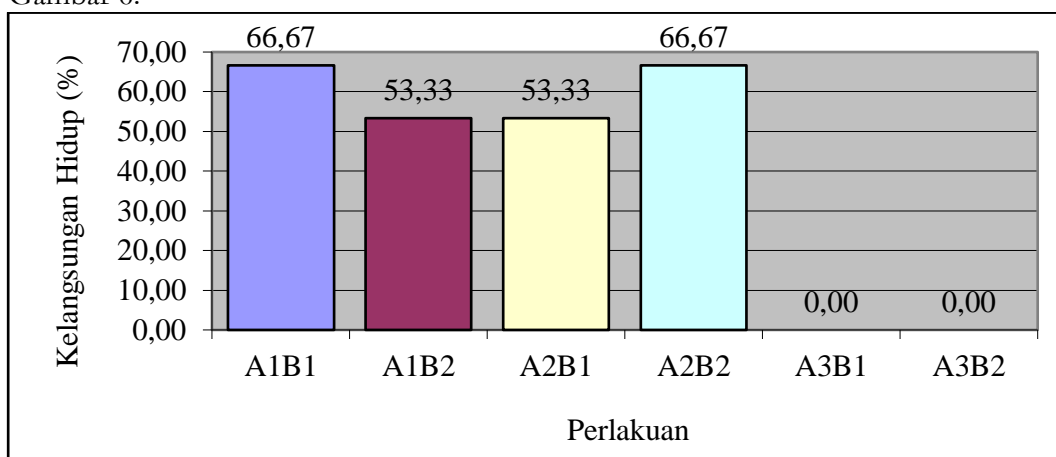
Rata- Rata	66,67 ^e f	53,33 ^e f	53,33 ^e f	66,67 ^e f	0,00 ^{abc} d	0,00 ^{abc} d
SD	11,55	23,09	30,55	11,55	0,00	0,00

Keterangan : Angka dengan huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada Uji Duncan

Hasil uji faktorial menunjukkan perlakuan faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) dalam mengganggu / menghambat tingkat kelangsungan hidup (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) sebagai ikan uji.

Uji lanjutan wilayah berganda Duncan menghasilkan perlakuan A3B1 dan A3B2 memberikan respon tingkat kelangsungan hidup ikan uji yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A2B2, A1B1, A2B1 dan A1B2, sedangkan perlakuan A3B1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B2. Perlakuan A3B1 mempunyai kecenderungan yang sama dengan perlakuan A3B2, memberikan efek yang nyata dalam mengganggu / menghambat tingkat kelangsungan hidup (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) sebagai ikan uji. Pengujian faktor utama : terhadap faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) menunjukkan adanya respon tingkat kelangsungan hidup yang berbeda sangat nyata antara A1 - A3 dan A2 - A3 sehingga perlakuan A3 (Dosis pemberian biji mahoni 15%) merupakan perlakuan terbaik yang memberikan efek yang sangat nyata dalam mengganggu / menghambat tingkat kelangsungan hidup (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) sebagai ikan uji.

Perbedaan tingkat kelangsungan hidup (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II sebagai ikan pengganggu yang dipengaruhi pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dengan dosis yang berbeda disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tingkat Kelangsungan Hidup (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

Konversi Pakan (%)

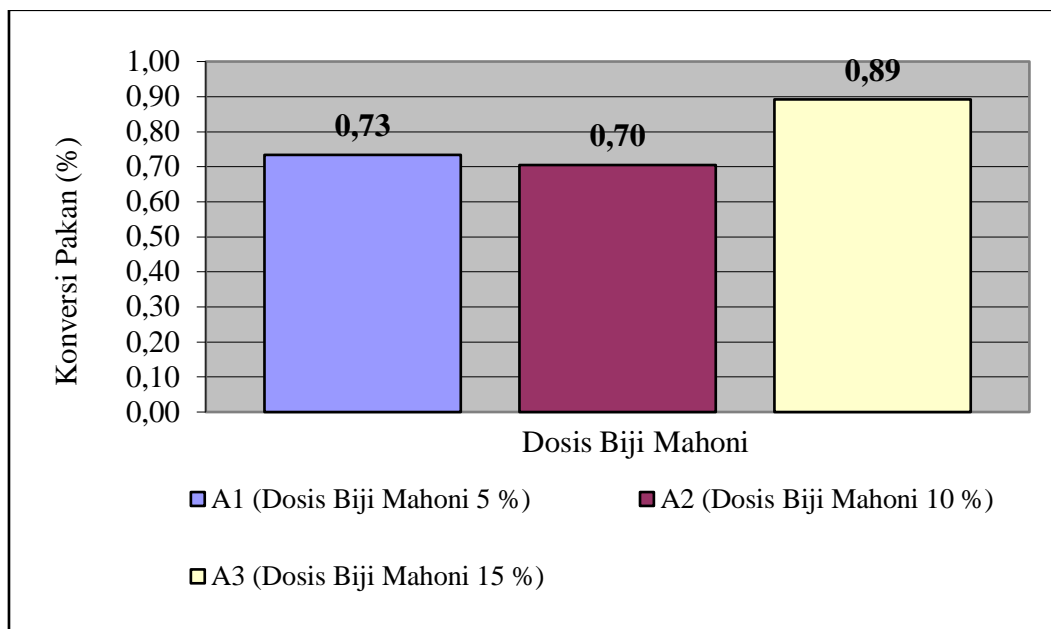
Konversi Pakan (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) sebagai ikan uji pada dosis pemberian biji mahoni yang berbeda disajikan pada 7.

Tabel 7. Konversi Pakan (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni

(*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

Ulangan	A1		A2		A3	
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
	A	B	C	D	E	F
1	0,78	0,85	0,84	0,83	1,25	0,95
2	1,32	0,99	1,02	1,10	1,56	1,17
3	1,27	1,40	1,28	1,27	1,37	1,73
Rata-Rata	1,12	1,08	1,05	1,07	1,39	1,28
SD	0,30	0,29	0,22	0,22	0,16	0,40

Analisis data dengan uji faktorial menghasilkan perlakuan, faktor A (Dosis pemberian biji mahoni), faktor B (Dosis pemberian pakan) dan faktor interaksi antara faktor AB tidak berpengaruh nyata terhadap konversi pakan (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) (Lampiran 41).



Gambar 7. Konversi Pakan (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) Tahap Pendederan II sebagai Ikan Pengganggu dengan Pemberian Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) sebagai Saponin Alami pada Dosis Pemberian Pakan yang Berbeda

Parameter Fisika Kimia Air

Parameter fisika kimia air selama penelitian tersaji pada Tabel 8.

No	Parameter	Perlakuan								Indikator ideal / Pustaka
		A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2			
1	Suhu (°C)	28,0 – 28,5	27,5 – 28,0	28,0 – 28,5	27,5 – 28,0	28,0 – 28,5	28,0 – 28,5			22 – 33 ⁰ C (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, 2001)
2.	pH	8,0 – 8,6	8,5 – 9,0	9,5 – 10,0	8,6 – 9,0	9,0 – 9,5	9,5 – 10,5			6,5 – 8,5 (Djarjah, 1995)
3.	O ₂	3,15 – 4,5	2,0 – 3,0	2,8 – 3,0	2,8 – 3,1	2,5 – 3,0	1,6 – 2,8			3 – 5 ppm (Djarjah, 1995)
4.	CO ₂	7,50 – 8,00	9,9 – 10,0	10,0 – 17,82	9,9 – 13,86	8,8 – 9,9	10,0 – 16,00			0 – 12,77 ppm (Suyanto, 1994)
5.	Amonia	0,010 – 0,020	0,01 – 0,05	0,01 – 0,05	0,35 – 0,36	0,20 – 0,35	0,01 – 0,03			> 2,4 ppm (Kadarini, <i>et al</i> , 2001)
6.	Nitrat	0,031 – 0,040	0,03 – 0,05	0,04 – 0,06	0,03 – 0,04	0,03 – 0,05	0,04 – 0,06			< 2,0 Dinas Perikanan Propinsi Jawa Tengah (1995)
7.	Nitrit	0,012 – 0,015	0,063 – 0,070	0,027 – 0,030	0,063 – 0,064	0,063 – 0,066	0,25 – 0,27			< 2,0 Dinas Perikanan Propinsi Jawa Tengah (1995)

Article history:

Diterima / Received 26 September 2023

Disetujui / Accepted 15 Oktober 2023

Diterbitkan / Published 30 Oktober 2023

©2023 at <https://sintasan.upstegal.ac.id/>

8.	Phospat	0,01	–	0,90	–	0,88	–	0,88	–	0,80	–	0,80	–	< 1,0
		0,03		0,94		0,89		0,90		0,90		0,88		Kadarini et al (2001)

Sumber : Hasil Penelitian (2015)

Pembahasan

Perubahan Tingkah Laku Ikan

Gejala klinis pada pemberian dosis biji mahoni dengan dosis 5% ikan larasati (*Oreochromis niloticus*) masih menunjukkan kondisi yang normal walaupun terlihat gelisah pada 3 - 5 jam setelah pemberian ekstrak biji mahoni, setelah 8 - 10 jam telah hilang keseimbangan dan setelah 19 - 22 jam akan mengalami kematian. Pada pemberian dosis biji mahoni dengan dosis 10% ikan larasati (*Oreochromis niloticus*) masih menunjukkan kondisi yang normal walaupun terlihat gelisah pada 30 menit - 1 jam setelah pemberian ekstrak biji mahoni, setelah 2 - 5 jam telah hilang keseimbangan dan setelah 12 - 16 jam akan mengalami kematian.

Pada pemberian dosis biji mahoni dengan dosis 15% gejala klinis ikan larasati (*Oreochromis niloticus*) masih menunjukkan kondisi yang normal walaupun terlihat gelisah pada 5 - 10 menit setelah pemberian ekstrak biji mahoni, setelah 1 - 1,5 jam telah hilang keseimbangan dan setelah 7 - 10 jam akan mengalami kematian. Semakin tinggi dosis ekstrak biji mahoni, semakin mempengaruhi perubahan tingkah laku ikan larasati (*Oreochromis niloticus*).

Hal tersebut diduga karena setelah pemberian ekstrak biji mahoni pernafasan ikan akan terganggu yang ditandai dengan perubahan warna insang menjadi pucat, sehingga akan mengurangi kandungan oksigen pada insang. Ersu (2008) menyatakan bahwa insang merupakan organ respirasi yang utama dan vital pada ikan. Epitel insang ikan merupakan bagian utama untuk pertukaran gas, keseimbangan asam basa, regulasi ion dan ekskresi nitrogen. Jika ikan tercemar oleh polutan lingkungan seperti amonia, pestisida, logam, nitrit dan petroleum hidrokarbon, fungsi vital ini dalam keadaan bahaya karena menghalangi penerimaan oksigen misalnya terjadi fusi.

Insang sebagai alat pernafasan ikan merupakan organ pertama yang berhubungan langsung dengan bahan toksik di dalam perairan, dengan permukaan yang luas dan terbuka, maka mengakibatkan bagian ini menjadi sasaran utama bagi bahan toksik yang ada di dalam perairan (Wong and Wong, 2000). Insang selain sebagai alat pernafasan ikan, juga digunakan sebagai alat pengatur tekanan antara air dan cairan dalam tubuh ikan (osmoregulasi). Insang merupakan organ yang penting pada ikan dan sangat peka terhadap pengaruh toksisitas. Faktor yang menyebabkan respon histopatologi ikan adalah adanya zat penyebab iritasi yang terus menerus masuk ke dalam sel atau jaringan dan kemudian dapat mempengaruhi kehidupan organisme (Moyes and Schulte, 2006). Toksisitas dapat mengganggu fungsi insang dan struktur jaringan luar lainnya, dapat menimbulkan kematian terhadap ikan yang disebabkan oleh proses *anoxemia* yaitu, terhambatnya fungsi pernafasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang.

Ikan nila yang terpengaruh oleh ekstrak biji mahoni ditandai dengan gerakan yang sangat gelisah dan menggelepar (hilang keseimbangan). Hal ini sesuai dengan pendapat Shah (2010) yang menyatakan bahwa ikan yang terkena toksik dapat diketahui dari tingkah laku ikan tersebut yaitu dengan gerakan hiperaktif, menggelepar, dan lumpuh. Hal ini diduga sebagai suatu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek letal yang terjadi lebih lambat.

Setelah pemberian ekstrak biji mahoni ikan nila akan mengalami perubahan nilai hematokrit dapat mengakibatkan adanya tekanan fisiologis terhadap ikan atau kemampuan oksigen yang dapat diangkut oleh darah. Hematokrit merupakan suatu hasil pengukuran yang menyatakan perbandingan sel darah merah terhadap volum darah. Hal ini disebabkan karena ikan mengalami hipoksia sebagai akibat dari pemberian ekstrak biji mahoni. Hipoksia pada ikan disebabkan oleh hiperplasia dalam lamela sekunder insang (Ishikawa et al., 2007). Hemoglobin

yang berfungsi sebagai transpor O₂ dan CO₂ menjadi terhambat, dan naik atau turunnya kadar hemoglobin akan diikuti oleh angka hematokrit (Souza dan Rodriguez, 2007).

.Penyebab lain yang diduga dapat mengakibatkan kematian pada ikan percobaan adalah kondisi hipoglikemia akut (kadar glukosa darah rendah) yang disebabkan oleh senyawa saponin yang terkandung pada ekstrak biji mahoni (Diwan *et al.* 2010). Kondisi hipoglikemia menyebabkan suplai glukosa ke otak sedikit. Sel-sel otak hanya dapat menggunakan glukosa sebagai sumber energi sehingga apabila kadar glukosa darah terlalu rendah, maka otak merupakan organ pertama yang terkena dampaknya. Kondisi hipoglikemia yang sampai ke otak dapat menimbulkan gejala berupa pusing, lelah, lemah, gangguan penglihatan, kejang, dan koma. Hipoglikemia yang berlangsung lama dapat menyebabkan kerusakan otak yang permanen sehingga menyebabkan kematian (Cryer, 2007). Kematian ikan juga dapat disebabkan oleh diare akut karena keracunan zat toksik. Hal ini dikarenakan kondisi diare yang terjadi terus-menerus dalam waktu singkat dapat menyebabkan tubuh hewan mengeluarkan cairan tubuh yang banyak sehingga menyebabkan tubuh dehidrasi. Dehidrasi berat kemudian dapat menyebabkan hantaran oksigen dan perfusi jaringan tidak optimal sehingga menyebabkan syok hipovolemik yang dapat berujung pada kematian (Hardisman, 2013).

Pertumbuhan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dan dosis pemberian pakan yang berbeda berpengaruh sangat nyata mengganggu / menghambat pertumbuhan bobot individu mutlak, laju pertumbuhan harian, pertumbuhan relatif, dan pertumbuhan panjang mutlak ikan nila uji, namun tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot biomassa mutlak perlakuan A3B1 dan perlakuan A3B2 mengakibatkan respon berbeda sangat nyata dengan perlakuan A2B2, A1B2, A2B1, dan A1B1. Pengaruh perlakuan A3B1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3B2 sehingga perlakuan A3B1 mempunyai kecenderungan yang sama dengan perlakuan A3B2. Untuk pengujian faktor utama : terhadap faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) diperoleh perbedaan pengaruh. yang sangat nyata antara A1 - A3 dan A2 - A3 sehingga perlakuan A3 (Dosis pemberian biji mahoni 15%) merupakan perlakuan yang mendapat efek yang paling nyata dalam mengganggu / menghambat pertumbuhan ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II.

Arsyad dan Hadirini (1991) menyatakan bahwa jumlah pakan untuk ikan harus disesuaikan dengan kebutuhan pakan ikan yang dibudidayakan. Jika makanan yang diberikan jumlahnya kecil dibanding kebutuhan ikan, maka makanan tersebut hanya dipergunakan untuk mempertahankan kondisi tubuhnya saja, sedangkan jika jumlah pakan yang diberikan dalam jumlah besar maka ikan tidak dapat menghabiskannya seluruhnya, sehingga dapat menimbulkan masalah lain dalam proses budidaya ikan, yaitu berkurangnya kadar oksigen terlarut ataupun dapat menimbulkan senyawa beracun akibat dari sisa pakan yang membusuk, seperti H₂S dan NH₃. Hal tersebut dapat menurunkan napsu makan ikan.

Pemberian dosis biji mahoni sebanyak 15% memberikan efek paling nyata terhadap terhambatnya pertumbuhan ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II. Hal ini disebabkan oleh adanya sifat toksik pada biji mahoni yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). Ikan memerlukan makan untuk pertumbuhan, namun jika kondisi lingkungan tidak sesuai dengan kehidupannya maka ikan memerlukan pakan untuk mempertahankan diri dan jika tidak mampu bertahan maka ikan akan mati. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dimana dengan memakan ekstrak biji mahoni yang bersifat toksik bagi ikan, maka ikan akan terganggu pola makannya dan dengan batas tertentu pada dosis pemberian ekstrak biji mahoni 15% ikan akan mengalami kematian.

Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) adalah tanaman yang tumbuh liar di hutan jati dan tumbuh subur dipasir payau yang dekat dengan pantai. Zat toksik yang terkandung dalam biji mahoni adalah *alkaloid, saponin dan flavonoida*. Hasil pembedahan terhadap insang ikan nila yang diberikan

ekstrak biji mahoni penelitian insang ikan tersebut lebih pucat dibandingkan dengan yang tidak diberi ekstrak biji mahoni (Priyono dan Triwidodo, 2003)

Effendi (2002) menyatakan bahwa pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan populasi merupakan pertambahan jumlah. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan terdiri dari 2 (dua) faktor, yaitu : a). faktor luar, meliputi suhu / temperatur air, jumlah pakan, mutu pakan, kualitas air dan ruang gerak, dan b). faktor dalam, meliputi keturunan, umur, kelamin, ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan memanfaatkan makanan.

Menurut Imanto dan Basyarie (1990), pertumbuhan ikan dapat terjadi jika makanan yang diberikan pada ikan lebih besar dari jumlah yang diperlukan untuk pemeliharaan tubuhnya. Individu akan mengalami pertumbuhan yang lambat dan kecil ukurannya bila makanan yang diberikan kurang memadai dan pertumbuhan akan cepat serta besar ukurannya bila diberikan makanan yang cukup dan populasinya dibatasi. Untuk menghitung nilai pertumbuhan dipergunakan data berat atau panjang dan umur atau waktu.

Kandungan senyawa yang terdapat pada setiap bagian tumbuhan mahoni berbeda. Biji mahoni mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder, antara lain katekin, epikatekin, swietemakrofilanin, fenilpropanoid, saponin, terpenoid, flavonoid, alkaloid dan tanin. Biji mahoni mengandung senyawa flavonoid dan saponin serta mengandung senyawa triterpenoid. Biji mahoni juga mengandung senyawa steroid yang hanya terlarut pada pelarut nonpolar dan semipolar, jadi senyawa yang terkandung dalam ekstrak etanol biji mahoni kemungkinan hanya flavonoid, saponin, dan alkaloid (Sianturi, 2001).

Tingkat Kelangsungan Hidup

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa faktor A (Dosis pemberian biji mahoni) berpengaruh sangat nyata mengganggu / menghambat kelangsungan hidup ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) sebagai ikan uji. Pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dengan dosis 5% (Perlakuan A) mengakibatkan kelangsungan hidup 40 – 80%, pemberian dosis 10% mengakibatkan kelangsungan hidup 20 – 80%, dan pemberian dosis 15% mengakibatkan tingkat kelangsungan hidup 0%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis pemberian ekstrak biji mahoni akan menurunkan tingkat kelangsungan hidup, dimana pada perlakuan A3 (Dosis pemberian biji mahoni 15%) merupakan perlakuan terbaik yang mendapat efek yang sangat nyata dalam mengganggu / menghambat tingkat kelangsungan hidup (%) ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) pada tahap pendederan II.

Biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) mengandung senyawa terpenoid, yaitu triterpenoid merupakan salah satu senyawa yang bersifat sebagai anti makan (*antifeedant*) karena rasanya yang pahit sehingga serangga menolak untuk memakannya. Pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan aktivitas makan serangga karena sifat ikan yang menolak makan akibat masuknya senyawa yang menstimulasi kemoreseptor yang dilanjutkan ke sistem saraf. Biji mahoni memiliki rasa yang pahit, hal ini memungkinkan menjadi penyebab ikan menolak untuk makan (Dadang dan Ohsawa, 2000).

Dengan rasa pahit ekstrak biji mahoni akan mempengaruhi pola makan yang diberikan bersamaan dengan pemberian ekstrak biji mahoni pada ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). Kematian dari ikan uji dengan pemberian dosis biji mahoni 15% kemungkinan disebabkan oleh kegagalan pernafasan akibat depresi pusat pernafasan. Kegagalan pernafasan akan menyebabkan gangguan pertukaran oksigen dan karbondioksida sehingga menimbulkan berkurangnya oksigen dan meningkatnya karbon dioksida di jaringan. Hal ini sesuai dengan pendapat Suwandi *et al.* (2011) mengungkapkan penurunan nilai karbondioksida mempunyai pengaruh langsung terhadap nilai DO media air, jika konsumsi DO meningkat maka akan meningkatkan nilai karbon dioksida.

Ekstrak biji mahoni diketahui mengandung senyawa flavonoid, saponin, triterpenoid, dan alkaloid (Wresdiyati *et al.*, 2013). Menurut Marlinda *et al.* (2012), senyawa aktif yang terdapat dalam tanaman obat hampir selalu toksik apabila diberikan dalam dosis tinggi. Gejala klinis yang terlihat setelah pemberian ekstrak biji mahoni menunjukkan bahwa ekstrak tersebut berpotensi mendepres sistem syaraf pusat. Penelitian Naveen *et al.* (2014) pada mencit juga menunjukkan gejala klinis berupa kelemahan, anoreksia, keluar cairan dari mata dan telinga, dan susah bernafas akibat keracunan ekstrak biji mahoni. Ekstrak biji mahoni bersifat depresan kemungkinan disebabkan oleh kandungan senyawa flavonoid (Panda *et al.* 2010). Senyawa flavonoid diteliti dapat mendepres sistem syaraf pusat (Fernandez *et al.* 2006; Kumar *et al.* 2011).

Konversi Pakan

Berdasarkan hasil penelitian nilai konversi pakan selama penelitian masih dianggap efisien karena nilainya berkisar antara 0,45% sampai dengan 0,79%. Kisaran konversi pakan selama penelitian masih dianggap masih efisien karena nilainya kurang dari 3% (Djayasewaka, 1990).

Pengaruh perlakuan, faktor A (Dosis Pemberian Biji Mahoni) faktor B (Dosis Pemberian Pakan) dan faktor interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap Konversi Pakan (%) Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*). Hal ini disebabkan karena pemberian ekstrak biji mahoni mempengaruhi pola makan ikan sehingga napsu makan ikan akan berkurang dengan pencampuran ekstrak biji mahoni yang berasa pahit. Christantie (1999), menyatakan bahwa semakin kecil nilai konversi pakan maka akan semakin efisien pakan yang diberikan. Pakan yang diberikan sebaiknya tidak berlebihan ataupun kekurangan, karena dapat menghasilkan sisa pakan bila diberikan berlebihan sebaliknya bila kekurangan pakan akan mengakibatkan kanibalisme bagi ikan yang dipelihara. Pemberian pakan yang tidak disukai ikan ataupun berlebih akan mengakibatkan adanya sisa pakan yang tidak termakan, sehingga akan menurunkan kualitas air media dan akan mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan yang dibudidayakan.

KESIMPULAN

Gejala klinis pada pemberian dosis biji mahoni terhadap ikan nila larasati pada tahap pendederan II sebagai ikan uji, ditunjukkan dengan tingkah laku ikan yang semakin gelisah dan insang yang semakin pucat pada dosis ekstrak biji mahoni yang semakin tinggi.

Pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dan dosis pemberian pakan yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan bobot individu mutlak, laju pertumbuhan harian, pertumbuhan relatif, pertumbuhan panjang ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*), namun tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot biomassa mutlak.

Pemberian ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* KING) dengan dosis 5%, 10%, dan 15% mengakibatkan tingkat kelangsungan hidup ikan nila larasati sehingga ikan uji masing-masing 40 - 80%, 20 - 80% dan 0%.

Pemberian dosis biji mahoni 10 – 15% merupakan perlakuan yang memberikan pengaruh nyata terhadap kematian pada ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) tahap pendederan II selama penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada penulis yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. dan Khairuman. 2003. *Budidaya Ikan Nila secara Intensif*. Agromedia Pustaka. Jakarta. Hlm 32 – 35.
- . 2005. *Budidaya Ikan Nila*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Andrianto, T.T. 2005. *Pedoman Praktis Budidaya Ikan Nila*. Absolut, Yogyakarta

- Antoro H, 2013. Uji Efektifitas Filtrat Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) <http://www.researchgate.net/publication/50858696> (Di akses tanggal 10 juli 2013).
- Arie, U., 1999. *Pembenihan dan Pembesaran Nila GIFT*. Penebar Swadaya, Jakarta
- _____. 2000. *Pembenihan dan Pembesaran Nila*. Penebar swadaya. Jakarta
- Arsyad, H dan R.E. Hadirini. 1991. *Petunjuk Praktis Budidaya Perikanan*. P.D. Mahkota. Jakarta.
- Asmaliyah, E.E. Wati, dan S. Utami. 2010. *Pengenalan Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati dan Pemanfaatannya Secara Tradisional*. Puslitbang Produktivitas Hutan. BPPK. Kementerian Kehutanan. Palembang.
- Asmawi, S., 1983. *Pemeliharaan Ikan dalam Karamba*. PT Gramedia, Jakarta
- Backer, C.A. and B.V.D. Brink. 1965, *Flora of Java (Spermatophytes Only)*, Volume II, Wolters-Noordhoff NVP, Groningen The Netherlands, hal : 118.
- Bhurat MR, S.R. Bavaskar, A.D. Agrawal, and Y.M. Bagad. 2011. A *Phytopharmacological Swietenia mahagoni* Linn. *Asian J. Pharm. Res.*1(1):1-4.
- Cahyono, B. 2000. *Budidaya Ikan Air Tawar*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Christantie, M. 1999. *Pakan Ikan*. <http://www.kpel.or.id/> seperti yang diterima pada 26 Jan 2005 11:32:04 GMT
- Cryer, PE. 2007. *Hypoglycemia, Functional Brain Failure, And Brain Death*. *J Clin Invest*. 10.1172/JCI31669.doi: 117 (4) : 868 - 870
- Dadang dan K. Ohsawa. 2000. *Penghambatan Aktivitas Makan Larva Plutella xylostella L. (Lepidoptera:Yponomeutidae) Yang Diperlakukan Ektrak Biji Swietenia mahogani Jacq (Meliaceae)*. *Bul HPT* 12 : 27 - 32
- Darminto, B. 2010. *Khasiat Anti hiper urisemia Ekstrak Kulit Batang Mahoni (Swietenia macrophylla King) Pada Tikus Putih Galur Sprague Dawley*. Tidak dipublikasikan. IPB, Bogor.
- Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. 2008. *Cara Pembenihan Ikan yang Baik*. Direktorat jenderal Perikanan. Jakarta.
- Diwan FH, AA. Hassan, dan ST. Mohammed. 2000. *Effect Of Saponin on Mortality and Histopathological Changes in Mice*. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 6 : 345 - 351.
- Djarajah, A.S. 1995. *Nila Merah (Pembenihan dan Pembesaran Secara Intensif)*. Kanisius, Yogyakarta.
- Effendi, I.M. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara: Jakarta
- _____. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta
- _____. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Hidup Perairan*. Kanisius, Yogyakarta
- Ersa, I.M. 2008. *Gambaran Histopatologi Insang, Usus dan Otot Pada Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) Di Daerah Ciampea Bogor*. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fernandez SP, C. Wasowski, LM. Loscalzo, RE. Granger, GAR. Johnston, AC. Paladini, and M. Marder. 2006. *Central Nervous System Depressant Action of Flavonoid Glycosides*. *European Journal of Pharmacology*. 539 : 168 - 176
- Harborne, J.B. and B.I. Turner. 1984. *Plant Chemosystematics*. Academic Press, London, 180 - 191.
- Hardisman. 2013. *Memahami Patofisiologi dan Aspek Klinis Syok Hipovolemik : update dan penyegar*. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2 (3) : 178 - 181.
- Hariana, A., 2007, *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*, Cetakan Ketiga, PT Penebar Swadaya, Jakarta.
- Haryanti, F., 2002, *Isolasi Senyawa Aktif Antibakteri dari Biji Mahoni (Swietenia mahagoni (L.) Jacq., Tesis*, Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Herlina, N. 2010. *Pengendalian Hama dan Penyakit pada Pembesaran Udang*. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta
- Imanto, P.T. dan A. Basyarie. 1990. *Budidaya Ikan Laut Pengembangan dan Permasalahannya*. Prosiding Rapat Teknis. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Bojonegara.
- Irianto, A.2005. *Patologi Ikan Teleostei*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Ishikawa, N.M., J.T.R.P. Maria, V.L. Julio, and M.F. Cláudia. 2007. *Hematological Parameters in Nile Tilapia, Oreochromis niloticus Exposed to Sub-lethal Concentrations of Mercury*. Brazilian archives of Biology and technology, 5 (4) : 619 – 626
- Jøker D. 2001. *Informasi Singkat Benih Swietenia macrophylla* King. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan, Bandung
- Kardinan, A. 2005. *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Khairuman dan K. Amri, 2003. *Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- . 2008. *Budidaya 15 Ikan Konsumsi Air Tawar*. PT Agromedia Pustaka, Jakarta
- Kumar, S and D. Kumar. 2009. *Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Edible Weeds*. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, Vol. 9 (5) : 1174 - 1190
- . 2011. *Phytochemistry and Pharmacology of Flavonoids*. Internationale Pharmaceutica Scientia. 1(1) : 25 - 41.
- Marlinda M, MS. Sangi, dan AD. Wuntu. 2012. *Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Biji Buah Alpukat (Persea americana Mill)*. Jurnal MIPA UNSRAT. 1(1) : 24 - 28
- Masyhuri dan M. Zaenudin. 2008. *Metodologi Penelitian Pendekatan Praktis dan Aplikatif*. Rafika Aditama. Bandung
- Mayhew JE and AC. Newton. 1998. *The Silvicultur of Mahogany*. Walling Ford : CABI Publishing
- Moyes, C. D. and P.M. Schulte. 2006. *Principles of Animal Physiology*. Pearson Education, Inc. : San Francisco
- Mudjiman A. 1984. *Makanan Ikan*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Munajat. A. 2003. *Pestisida Nabati : untuk Penyakit Ikan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- NARA Institute of Science and Technology. 2013
http://kanaya.naist.jp/knapsack_jsp/result.jsp?sname=organism&word=swietenia%20mahagoni,1desember2013
- Naveen YP, GD. Rupini, F. Ahmed, and A. Urooj. 2014. *Pharmacological Effects and Active Phytoconstituents of Swietenia mahagoni*. J IntegrMed. 12 (2) : 86 - 93.doi : 10.1016/S2095 – 4964, (14) 600 : 18 - 2.
- Nazir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta
- Novizan. 2004. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Jakarta: Agro Media Pustaka
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut*. Gramedia Pustaka: Jakarta
- Panda SP, S. Bera, S. Naskar, S. Ardhikary, CC. Kandar, and PK. Haldar. 2010. *Depressant and Anti Convulsant Effect of Methanol Extract of Swietenia mahagoni in Mice*. Indian J.Pharm.Educ. Res. 44 (3) : 283 - 287
- PBIAT Janti. 2009. *Nila Merah Strain Baru “LARASATI” (Nila Merah Strain Janti)*. Satker PBIAT Janti.Klaten.
- Poppleton, J.S., 1971, *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., University of South Florida Herbarium, <http://florida.plantatlas.usf.edu/img/specimens/USF/116259.jpg>, 23 Januari 2014.
- Prakash A, and J. Rao. 1997. *Botanical Pesticides in Agriculture*. New York: Lewis pub
- Priyono, D. dan Triwidodo. *Insecticidal Activity of Meliaceous Seed Extract against Cabbage Head Caterpillar, Crocidolomia binotalis Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)*. Bul HPT 10 (1) : 1 - 6.
- _____. 2003. *Teknik Ekstraksi, Uji Hayati, dan Aplikasi Senyawa Bioaktif Tumbuhan : Panduan bagi Pelaksana PHT Perkebunan Rakyat*. Bogor : Departemen HPT, Faperta IPB
- Raja, L.L. 2008. *Uji Efek Ekstrak Etanol Biji Mahoni (Swietenia mahagoni (L.)Jacq.) terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Tikus Putih, Tesis*, Fakultas Farmasi USU, Medan.
- Rasyad, A.A., P. Mahendra, dan Y. Hamdani. 2012, *Uji Nefrotoksik dari Ekstrak Etanol Biji Mahoni (Swietenia mahagoni Jacq.) terhadap Tikus Putih Jantan Galur Wistar, Jurnal Penelitian Sains, Jurusan Farmasi, Universitas Bhakti Pertiwi, Sumatera Selatan* : 15 (2)
- Shah, L. S. 2010. *Hematological Changes in Tinca tinca after Exposure to Lethal and Sublethal Doses of Mercury, Cadmium and Lead*. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9 (3) : 434 - 443
- Shahidur, R., C. Azad, A. Husnara, Z.R. Sheikh, S.A. Mohammad, N. Lutfun, and D.S. Satyajit. 2009. *Antibacterial Activity of Two Limonoids from Swietenia mahagoni against Multiple Drug Resistant (MDR) Bacterial Strains*, Journal of Natural Medicine, 63: 41 - 45.

- Sianturi, A.H.M. 2001. *Isolasi dan Fraksinasi Senyawa Bioaktif Biji Mahoni*, Skripsi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.
- Soenandar M. 2010. *Petunjuk Praktis Membuat Pestisida Organik*. Agro Media Pustaka. Jakarta
- Souza, P.C dan R.G.O. Bonilla. 2007. *Fish Hemoglobins*. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 40 : 769 – 778
- Sudarmo, S. 2005. *Pestisida Nabati*. Penerbit Kanisius, Jakarta
- Sudjana. 1992. *Metode Statistika*. Penerbit Tarsito, Bandung.
- _____. 1994. *Disain Analisis Eksperimen*. Tarsito. Bandung
- Sucipto. A., dan R.E. Prihartono. 2005. *Pembesaran Ikan Nila Merah Bangkok*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suharti, M., D. Wida, B. Rina dan S. Irnayuli. 2002. *Pemanfaatan Kulit Buah Mahoni sebagai Bahan Pestisida Nabati Guna Mengendalikan Hama Perusak Daun*. Buletin Penelitian Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor
- Sukardiman. 2000. *Isolasi dan Uji Sitotoksik Senyawa Triterpena dari Kulit Batang Swietenia mahagoni* Jacq. Fakultas Farmasi, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Sutarmat, T. 1990. *Ekstraksi Biji Teh untuk Pencegahan Hama Ikan dalam Budidaya Udang*. Loka Penelitian Perikanan Pantai Gondol. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut. Gondol, Bali.
- Suwandi R, Jacoeb AM, Muhammad V. 2011. Pengaruh cahaya terhadap aktivitas metabolisme ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada simulasi transportasi sistem tertutup. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 14 (2) : 92 - 97.
- Siregar BA, RD. Didiet, dan A. Herma. 2005. *Potensi Ekstrak Biji Mahoni (Swietenia macrophylla) dan Akar Tuba (Derris elliptica) sebagai Bioinsektisida untuk Pengendalian Hama Caisin*. http://student-research.umm.ac.id/index.php/pimnas/article/viewFile/115/489_umm_student_research.pdf
- Wahyono, E.P. Setyawati, D. Santosa and I.S. Wisnutomo. 2013. *Pengembangan Bahan Baku Obat Tradisional Biji Mahoni (Swietenia mahagoni (L.) Jacq.)*, Laporan Penelitian. Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Wong, C.K. dan M.H. Wong. 2000. *Morphological and Biochemical Changes in The Gills of Tilapia (Oreochromis mossambicus) to Ambient Cadmium Exposure*. *Aquatic Toxicology*. (48) : 517 – 527.
- Wresdiyati T, A. Winarto, dan S. Sa'diah. 2013. *Identifikasi dan Optimasi Biji Mahoni (Swietenia mahagoni) sebagai Anti diabetes pada Hewan Kesayangan (Pet Animal)*. Laporan hasil penelitian LPPM IPB.