

POTENSI PREBIOTIK MADU UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PERTUMBUHAN DAN STATUS KESEHATAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

YANI ARYATI



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



@Hak cipta milik IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul “Potensi Prebiotik Madu untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan dan Status Kesehatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada instansi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2021

Yani Aryati
C161160021

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



RINGKASAN

YANI ARYATI. Potensi Prebiotik Madu untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan dan Status Kesehatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Dibimbing oleh WIDANARNI, DINAMELLA WAHJUNGRUM, IMAN RUSMANA, dan ANGELA MARIANA LUSIASTUTI.

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas utama perikanan budidaya di Indonesia dan di dunia. Produksi ikan nila di Indonesia dan di dunia terus mengalami peningkatan, antara lain didukung oleh intensifikasi produksi. Kendala yang dihadapi dalam penerapan budidaya intensif antara lain kinerja pertumbuhan yang rendah dan meningkatnya risiko serangan penyakit. Salah satu penyakit yang sering menyerang pada budidaya ikan nila adalah streptococcosis, yang salah satu agen penyebabnya adalah bakteri *Streptococcus agalactiae*. Penggunaan prebiotik merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan respons imun sehingga resistan terhadap infeksi patogen. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi potensi madu sebagai prebiotik dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistansi ikan nila terhadap infeksi *S. agalactiae*.

Penelitian tahap pertama bertujuan mengkarakterisasi kriteria prebiotik pada madu klengkeng, madu randu dan madu organik. Kriteria prebiotik yang diuji meliputi kandungan oligosakarida dari madu dan ekstraknya menggunakan KLT (kromatografi lapis tipis), karbohidrat total dan gula pereduksi madu dan ekstraknya, hidrolisis asam lambung dan α -amilase dari ketiga ekstrak madu, serta aktivitas prebiotik dari ekstrak ketiga jenis madu. Hasil pengujian dengan KLT menunjukkan bahwa ekstrak madu klengkeng dan ekstrak madu randu memiliki *retardation factor* (*Rf*) yang sama dengan standar oligosakarida yang digunakan (rafinosa), sehingga ekstrak madu klengkeng dan madu randu yang dihasilkan merupakan oligosakarida. Madu randu memiliki kadar FOS 14.76% dan kadar inulin 6.60%, lebih tinggi dibandingkan dua jenis madu lainnya. Karbohidrat total tertinggi terdapat pada madu randu yaitu $80 \pm 0\%$, lebih tinggi dibandingkan madu klengkeng, madu organik, dan inulin. Sedangkan gula pereduksi dari ketiga madu berada dalam kisaran 27-55%, lebih tinggi dibandingkan inulin. Hidrolisis asam lambung dan asam α -amilase selama 3 jam pengamatan mengalami peningkatan, baik dari ekstrak madu klengkeng, madu randu, madu organik. Ekstrak madu klengkeng, ekstrak madu randu, dan ekstrak madu organik memiliki aktivitas prebiotik. Ekstrak madu randu memiliki aktivitas prebiotik paling baik dibandingkan dengan dua jenis madu yang lain, karena memberikan stimulasi tertinggi terhadap *L. plantarum*, serta memiliki skor prebiotik hingga 3.82 ± 0.78 pada jam ke-12, dan mampu sampai jam ke-24 sebesar 0.71 ± 0.03 . Secara keseluruhan, madu klengkeng, madu randu dan madu organik memenuhi kriteria sebagai prebiotik, dengan kinerja terbaik terdapat pada madu randu.

Penelitian tahap kedua bertujuan mengevaluasi pemberian prebiotik madu randu dengan dosis berbeda melalui pakan terhadap kinerja pertumbuhan, aktivitas enzim pencernaan, mikrovili usus, asam lemak rantai pendek, dan keragaman mikrobiota pada saluran pencernaan ikan nila. Penelitian menggunakan empat perlakuan yaitu kontrol (tanpa penambahan madu) dan pakan dengan penambahan madu dosis 0.25%, 0.5%, dan 1%. Setiap perlakuan diulang empat kali. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa pemberian prebiotik madu melalui pakan mampu memberikan pengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap biomassa akhir, penambahan bobot, laju pertumbuhan spesifik, dan rasio konversi pakan dibandingkan kontrol, dengan hasil terbaik pada perlakuan madu dosis 1%. Pemberian prebiotik madu juga mampu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan (amilase, protease, dan lipase), dengan nilai yang lebih tinggi ($P < 0.05$) dibanding kontrol.

Panjang mikrovili, perimeter dan kerapatan mikrovili pada semua perlakuan berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kontrol. Pemberian prebiotik madu mampu meningkatkan asam lemak rantai pendek meliputi asam asetat, propionat, isobutirat, N-butirat, isovalerat dan N-valerat dengan nilai yang berbeda nyata antar perlakuan ($P < 0.05$), memicu munculnya *Bacillus* dan *Clostridium-sensu-stricto*, meningkatkan keragaman mikrobiota yang berpotensi sebagai probiotik yaitu *Cetobacterium*.

Penelitian tahap ketiga bertujuan mengevaluasi efektivitas prebiotik madu randu yang diberikan melalui pakan terhadap imunitas, proteksi dan keragaman mikrobiota saluran pencernaan ikan nila terhadap infeksi *S. agalactiae*. Penelitian menggunakan empat perlakuan yaitu kontrol (tanpa penambahan madu) dan pakan dengan penambahan madu dosis 0.25%, 0.5%, dan 1%. Setiap perlakuan diulang empat kali. Ujiantang dilakukan setelah ikan nila dipelihara selama 30 hari. Ikan nila diinjeksi dengan suspensi *S. agalactiae* secara intramuskular sebanyak 0.1 mL ekor⁻¹ pada konsentrasi 10⁵ CFU mL⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian prebiotik madu selama 30 hari melalui pakan mampu meningkatkan *respiratory burst* dan lisozim, serta menurunkan nilai ekspresi gen IL8 dan TNF α yang signifikan lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan kontrol. Pemberian prebiotik madu juga mampu menurunkan jumlah *S. agalactiae* di organ target. Jumlah *S. agalactiae* pada perlakuan kontrol positif pada semua organ (hati, ginjal, limpa, otak, dan usus) signifikan lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan semua perlakuan pemberian prebiotik madu. Pemberian prebiotik madu mampu meningkatkan kelangsungan hidup ikan nila ketika diinfeksi bakteri *S. agalactiae*, dengan nilai kelangsungan hidup 75.66-89.33%, signifikan lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan kontrol positif (51.66%). Hasil pengamatan organ hati dan limpa ikan nila setelah ujiantang menunjukkan pada perlakuan kontrol positif mengalami kerusakan yang lebih parah dibanding pada perlakuan pemberian prebiotik madu. Perlakuan kontrol positif didominasi genus *Streptococcus* hingga mencapai 98%, sedangkan pada perlakuan madu didominasi genus *Cetobacterium* (70%). Perlakuan prebiotik madu dosis 1% menghasilkan OTU lebih banyak dengan OTU dominan genus *Cetobacterium*.

Hasil seluruh tahap penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian madu sebagai prebiotik mampu meningkatkan keragaman mikrobiota usus, kinerja pertumbuhan, respons imun, dan resistansi ikan nila terhadap infeksi *S. agalactiae*, dengan hasil terbaik pada pemberian madu randu dengan dosis 1%.

Kata kunci: Kinerja pertumbuhan, madu, *Oreochromis niloticus*, prebiotik, status kesehatan



SUMMARY

YANI ARYATI. The Potential of Prebiotic Honey for Improving the Growth Performance and Health Status of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Supervised by WIDANARNI, DINAMELLA WAHJUNINGRUM, IMAN RUSMANA, and ANGELA MARIANA LUSIASTUTI.

Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of aquaculture main commodities in Indonesia and in the world. Tilapia production in Indonesia and in the world is increasing, supported by the intensification of production. Constraints faced in the application of intensive cultivation include low growth performance and increased risk of disease attacks. One of the diseases that often attacks tilapia aquaculture is streptococcosis, with *Streptococcus agalactiae* bacteria as one of the causative agents. The use of prebiotics is an alternative that can be done to improve growth performance and immune response so that it is resistant to pathogenic infections. The purpose of this study was to evaluate the potential of honey as a prebiotic in increasing growth performance, immune response, and resistance of tilapia to *S. agalactiae* infection.

The first phase of research aimed to characterize the prebiotic criteria for longan honey, kapok honey, and organic honey. The prebiotic criteria tested included the oligosaccharide content of honey and its extract using TLC (thin layer chromatography), total carbohydrates and honey reducing sugars and their extracts, hydrolysis of gastric acid and α -amylase from the three honey extracts, and prebiotics activity from extracts of the three types. honey. The results of the TLC test showed that the extract of longan honey and extract of kapok honey had the same retardation factor (*R_f*) as the oligosaccharide standard used (raffinosa), so that the extracts of longan honey and kapok honey produced were oligosaccharides. Kapok honey has an FOS level of 14.76% and an inulin level of 6.60%, higher than the other two types of honey. The highest total carbohydrate was found in kapok honey, which was $80 \pm 0\%$, higher than longan honey, organic honey, and inulin. Meanwhile, the reducing sugars of the three honeys were in the range of 27-55%, higher than inulin. Hydrolysis of gastric acid and α -amylase acid for 3 hours of observation increased, both from the extract of longan honey, kapok honey, and organic honey. Longan honey extract, kapok honey extract, and organic honey extract have prebiotic activity. Kapok honey extract has the best prebiotic activity compared to the other two types of honey, because it provides the highest stimulation of *L. plantarum*, and has a prebiotic score of up to 3.82 ± 0.78 at 12 hours, until the 24th hour of 0.71 ± 0.03 . Overall, longan honey, kapok honey, and organic honey met the criteria as prebiotics, with the best performance being found in randu honey.

The second phase of the research aimed to evaluate the prebiotic administration of kapok honey with different doses through feed on growth performance, digestive enzyme activity, intestinal microvilli, short chain fatty acids, and microbiota diversity in the digestive tract of tilapia. The study used four treatments, namely control (without adding honey) and feed with the addition of honey at doses of 0.25%, 0.5%, and 1%. Each treatment was repeated four times. The results showed that the provision of honey prebiotics through feed was able to have a significant effect ($P < 0.05$) on the final biomass weight, weight gain, specific

growth rate, and feed conversion ratio compared to control, with the best results at 1% dose honey treatment. The administration of honey prebiotics was also able to increase the activity of digestive enzymes (amylase, protease, and lipase), with a higher value ($P < 0.05$) than control.

Microvilli length, perimeter and density of microvilli in all treatments were significantly different ($P < 0.05$) from the control. The administration of honey prebiotics was able to increase short chain fatty acids including acetic acid, propionic, isobutyrate, N-butyrate, isovalerate and N-valerate with significantly different values between treatments ($P < 0.05$), triggering the emergence of the *Bacillus* and *Clostridium-sensu-stricto* and increasing the diversity of microbiota that have a potential as probiotics, namely *Cetobacterium*, with the best dose of 1% honey.

The third stage of the study aimed to evaluate the effectiveness of the prebiotic kapok honey given through feed on immunity, protection and the diversity of the digestive tract microbiota of tilapia against *S. agalactiae* infection. The study used four treatments, namely control (without adding honey) and feed with the addition of honey with doses of 0.25%, 0.5%, and 1%. Each treatment was repeated four times. The challenge test was carried out after the tilapia were kept for 30 days. Tilapia were injected with *S. agalactiae* suspension intramuscularly as much as 0.1 mL tail⁻¹ at a concentration of 10⁵ CFU mL⁻¹. The results showed that giving honey prebiotics for 30 days through feed increased the respiratory burst and lysozyme, and decreased the IL8 and TNF α gene expression values were significantly higher ($P < 0.05$) compared to the control. Giving honey prebiotics was also able to reduce the amount of *S. agalactiae* in the target organs. The number of *S. agalactiae* in the positive control treatment in all organs (liver, kidney, spleen, brain, and intestine) was significantly higher ($P < 0.05$) compared to all the honey prebiotic treatments. The administration of honey prebiotics was able to increase the survival of tilapia when infected with *S. agalactiae*, with a survival value of 75.66-89.33%, significantly higher ($P < 0.05$) compared to positive controls (51.66%). The results of observation of the liver and spleen of tilapia after the challenge test showed that the positive control treatment had more severe damage than the prebiotic honey treatment. The positive control treatment was dominated by the genus *Streptococcus* up to 98%, while the honey treatment was dominated by the *Cetobacterium* genus (70%). Prebiotic treatment of 1% dose honey produced more OTU with the dominant OTU of the *Cetobacterium* genus.

The results of all stages in this study indicated that kapok honey was able to improve growth performance, intestinal microvilli length, digestive enzymes, short chain fatty acids, and gut microbiota diversity. In addition, honey increases the immune response and expression of genes related to immunity, reduces *S. agalactiae* populations, improves survival, and provides high microbiota variation in tilapia after being challenged with the dominant genus being probiotics. Honey with a dose of 1% is the best treatment compared to control and honey treatment with a dose of 0.25% and 0.5%.

Keywords: Growth performance, health status, honey, *Oreochromis niloticus*, prebiotic



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2021 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

POTENSI PREBIOTIK MADU UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PERTUMBUHAN DAN STATUS KESEHATAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

YANI ARYATI

Disertasi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor
pada
Program Studi Ilmu Akuakultur

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Penguji pada Ujian Tertutup: 1. Dr Ir Slamet Soebjakto MSi
2. Dr Munti Yuhana SPi MSi

Judul Disertasi : Potensi Prebiotik Madu untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan dan Status Kesehatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Nama : Yani Aryati
NIM : C161160021

Disetujui oleh
Komisi Pembimbing



Prof Dr Ir Widanarni MSi
Ketua



Dr Dinamella Wahjuningrum SSi MSi
Anggota



Dr Ir Iman Rusmana MSi
Anggota



Dr drh Angela Mariana Lusiastuti MSi
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Ilmu Akuakultur



Dr Alimuddin SPi MSc

Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof Dr Ir Anas Miftah MEng

Tanggal Ujian: 13 Januari 2021

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga disertasi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini yang telah dilaksanakan adalah prebiotik pada ikan, dengan judul “Potensi Prebiotik Madu untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan dan Status Kesehatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)”.

Disertasi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program doktor di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Biaya penelitian dan studi program doktor didanai oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia melalui Beasiswa BRSDMKP. Terima kasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak di bawah ini yang telah mendukung selama studi, draft disertasi, publikasi hingga menjadi disertasi:

1. Komisi pembimbing disertasi, Prof Dr Ir Widanarni MSi, Dr Dinamella Wahjuningrum SSi MSi, Dr Ir Iman Rusmana MSi, dan Dr drh Angela Mariana Lusiatuti MSi yang memberi bimbingan dan arahan demi kesempurnaan disertasi.
2. Dr Ir Slamet Soebjakto MSi dan Dr Munti Yuhana SPi MSi selaku penguji luar komisi.
3. Rektor IPB, Dekan Sekolah Pascasarjana IPB, Dekan FPIK IPB, dosen Program Studi Ilmu Akuakultur IPB.
4. Semua rekan di IP4I Depok yang sudah banyak membantu dari awal baik moril maupun materiil selama penulis menjalankan studi maupun dalam pelaksanaan penelitian.
5. Keluarga penulis, bapak, ibu, suami dan anak-anak, kakak dan semua ipar atas dukungan moril dan materiil selama menempuh studi.
6. Teman-teman S3 angkatan 2016 (Dr Waode Munaeni, Tatik Mufidah M. Biomed, Fitriyah MSi, Nur Bariah MSi, Wisriati Lasima MSi, Eko Rini MSi, Eko Haryanto MSi, Dudi Lesmana MSi, Dodi Hermawan MSi, Kadir Sabilu MSi, Afrizal MSi, Muh. Herjayanto MSi, Dr Hasan Nasrullah, dan Yanti Inekke MSi). Terima kasih saya ucapkan kepada Wahid Hasyimi MSi, Dendi Hidayatullah MSi, Dr Yuli Siti Fatma, dan Dr Tjandrawati M Es Sc. Tidak lupa pula teman-teman S3 Ilmu Akuakultur angkatan 2015-2020 terima kasih atas dukungan dan doanya selama ini.

Semoga disertasi ini dapat menginspirasi dan bermanfaat.

Bogor, Januari 2021

Yani Aryati



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Kebaruan (<i>Novelty</i>)	4
1.7 Kerangka Pemikiran Penelitian	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	6
2.2 Penyakit pada Ikan Nila	8
2.3 Prebiotik dalam Akuakultur	9
2.4 Madu	11
2.5 Mikrobiota Usus	11
III POTENSI MADU KLENGKENG, MADU RANDU, DAN MADU ORGANIK SEBAGAI PREBIOTIK	12
3.1 Pendahuluan	14
3.2 Bahan dan Metode	15
3.3 Hasil	18
3.4 Pembahasan	22
3.5 Simpulan	25
IV EVALUASI PEMBERIAN PREBIOTIK MADU RANDU TERHADAP KERAGAMAN MIKROBIOTA PADA SALURAN PENCERNAAN IKAN NILA (<i>Oreochromis niloticus</i>) DAN KINERJA PERTUMBUHANNYA	26
4.1 Pendahuluan	27
4.2 Bahan Dan Metode	28
4.3 Hasil	31
4.4 Pembahasan	37
4.5 Simpulan	40
V EFEKTIVITAS PREBIOTIK MADU RANDU UNTUK MENINGKATKAN KERAGAMAN MIKROBIOTA SALURAN PENCERNAAN IKAN NILA (<i>Oreochromis niloticus</i>), IMUNITAS, DAN PROTEKSI TERHADAP INFEKSI <i>Streptococcus agalactiae</i>	41
5.1 Pendahuluan	42
5.2 Bahan Dan Metode	44
5.3 Hasil	48
5.4 Pembahasan	56
5.5 Simpulan	61



DAFTAR ISI (lanjutan)

VI PEMBAHASAN UMUM	62
VII SIMPULAN DAN SARAN UMUM	72
7.1 Simpulan	72
7.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	91
RIWAYAT HIDUP	95

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



DAFTAR TABEL

1	<i>Retardation factor</i> madu dan ekstrak madu pada uji KLT (<i>R_f</i>)	189
2	Kandungan prebiotik madu klengkeng, madu randu, dan madu organik	189
3	Stimulasi prebiotik dan skor aktivitas prebiotik dari ekstrak madu klengkeng, ekstrak madu randu, dan ekstrak madu organik	20
4	Kinerja pertumbuhan ikan nila yang diberi prebiotik madu melalui pakan	30
5	Panjang mikrovili (PMv), rasio perimeter (PR) dan kerapatan mikrovili (KMv) usus ikan nila yang diberi prebiotik madu melalui pakan	32
6	Aktivitas enzim amilase, protease dan lipase pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu melalui pakan	323
7	Kandungan asam lemak rantai pendek (asam asetat, propionat, iso butirat, N butirat, iso valerat, N valerat) pada usus ikan nila yang diberi prebiotik madu melalui pakan	33
8	Susunan primer <i>forward</i> dan <i>reverse</i> gen-gen terkait dengan imunitas	46
9	Kelimpahan mikrobiota pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis 1% dan kontrol setelah diuji tantang dengan <i>S. agalactiae</i>	52
10	Mikrobiota pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dosis 1% dan kontrol setelah diuji tantang dengan <i>S. agalactiae</i>	54

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran penelitian potensi madu sebagai prebiotik untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan status kesehatan ikan nila	5
2	Morfologi ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	6
3	Prebiotik pada ikan (Arques <i>et al.</i> 2015)	10
4	Kromatogram madu dan ekstrak madu klengkeng, randu, dan organik	18
5	Gula pereduksi (A) dan karbohidrat total (B) madu dan ekstrak madu klengkeng, madu randu, dan madu organik	20
6	Resistensi terhadap hidrolisis asam lambung (A) dan α -amilase (B) dari ekstrak madu klengkeng, madu randu, dan madu organik	20
7	Kepadatan bakteri <i>L. plantarum</i> (CFU mL ⁻¹) dalam media yang diperkaya ekstrak madu klengkeng, madu randu, dan madu organik (A) dan kepadatan bakteri <i>S. agalactiae</i> (CFU mL ⁻¹) dalam media yang diperkaya ekstrak madu klengkeng, madu randu, dan madu organik (B)	22
8	Mikrovili usus ikan nila yang diberi prebiotik melalui pakan setelah 30 hari pemeliharaan dengan pengamatan SEM	32
9	Kurva kelimpahan mikrobiota pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis yang berbeda	34
10	Diagram Venn mikrobiota pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis berbeda	35
11	Kelimpahan mikrobiota level filum pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis berbeda	35
12	Kelimpahan genus pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis berbeda	36

13	Nilai aktivitas <i>respiratory burst</i> ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis yang berbeda sebelum dan sesudah ujiantang	48
14	Nilai aktivitas lisozim ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis yang berbeda sebelum dan sesudah ujiantang	49
15	Ekspresi gen terkait respons imun IL8 (A) dan TNF α (B) ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis yang berbeda sebelum dan sesudah ujiantang	50
16	Total bakteri <i>S. agalactiae</i> di organ ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis berbeda melalui pakan setelah diujiantang dengan <i>S. agalactiae</i>	50
17	Histopatologi hati dan ginjal ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis berbeda melalui pakan setelah diujiantang dengan <i>S. agalactiae</i>	51
18	Tingkat kelangsungan hidup ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis berbeda melalui pakan setelah diujiantang dengan <i>S. agalactiae</i>	52
19	Kelimpahan mikrobiota level filum dan ordo pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dosis 1% dan kontrol setelah diujiantang dengan <i>S. agalactiae</i>	54
20	Kelimpahan mikrobiota level genus pada saluran pencernaan ikan nila yang diberi prebiotik madu dengan dosis berbeda diujiantang dengan <i>S. agalactiae</i>	54
21	Mekanisme kinerja pertumbuhan dan respons imun pada ikan yang diberi prebiotik madu dengan modifikasi dari Arques <i>et al.</i> 2015	64

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil analisis KLT (Kromatografi Lapis Tipis) madu klengkeng, madu randu, dan madu organik	92
2	Pembuatan media MRSB (deMann Rogosa Sharpe Broth)	93
3	Prosedur analisis aktivitas enzim amilase, lipase, protease	94



@Hak cipta milik IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.