



Penambahan ekstrak limbah nanas dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

The addition of pineapple waste extract in feed on the growth and survival of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Received: 08 October 2022, Revised: 11 April 2023, Accepted: 03 May 2023

DOI: 10.29103/aa.v10i3.8981

Sakinah Hasibuan^a, Salamah^{b*}, Mainisa^b, Muhammad Hatta^b, dan Munawwar Khalil^b

^aMahasiswa Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh

^bProgram Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi biaya produksi untuk pakan dengan menambahkan ekstrak limbah nanas dalam pakan komersil yang meningkatkan Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Laju Pertumbuhan Relatif, Protein Efisiensi Ratio, Kelangsungan Hidup, Kualitas Air serta Uji Organoleptik terhadap pakan dengan penambahan ekstrak limbah nanas. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 31 Maret sampai dengan 28 April 2022 di Laboratorium Hatchery dan Teknologi Program studi Akuakultur Fakultas pertanian Jurusan perikanan dan kelautan program studi akuakultur Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Masing – masing perlakuan A (Ekstrak limbah nanas 0% + 100 gr pakan) B (Ekstrak limbah nanas 3% + 100 gr pakan) C (Ekstrak limbah nanas 4% + 100 gr pakan) D (Ekstrak limbah nanas 5% + 100 gr pakan). Hasil terbaik diperoleh dari perlakuan C (Ekstrak limbah nanas 4% + 100 gr pakan) dengan Efisiensi pemanfaatan pakan 80,45%, Laju Pertumbuhan Relatif 4,79%/hari dan Protein efisiensi ratio 1,73%/hari. Kelangsungan hidup 81,66% serta Kualitas air. Suhu 26 – 28 °C, DO 7,0 – 7,5 mg/L, pH 7,1 – 7,3, Salinitas 32 ppt, Amonia 0,04 – 0,08 mg/L serta Uji Organoleptik Warna dan Aroma pakan terbaik memiliki warna pakan sangat coklat dan aroma tidak menyengat.

Kata Kunci: Kelangsungan hidup; Nanas; Pertumbuhan; Udang vaname.

Abstract

This study aims to reduce production costs for feed by adding the pineapple waste extract to commercial feed which increases feed utilization efficiency, relative growth rate, protein efficiency ratio, Survival rate, water quality, and Organoleptic Test. This research was conducted from March 31 to April 28, 2022. At the Hatchery and Technology Laboratory Faculty of Agriculture Department of Aquaculture. This study used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments and three replications. Treatment A (0% pineapple waste extract + 100 gr feed) B (3% pineapple waste extract + 100 gr feed) C (4% pineapple waste extract + 100 gr feed) D (5% pineapple waste extract + 100 gr feed). The best results from treatment C with feed utilization efficiency of 80.45%, relative growth rate of 4.79%/day and protein efficiency ratio of 1.73%/day. Survival 81,66% and Water Quality. Temperature 26 – 28 °C, DO 7,0 - 7,5 mg/L, pH 7,1 – 7,3, Salinity 32 ppt, Ammonia 0,04-0,08 mg/L. and Organoleptic Test of Color and Scent, the best feed has a very brown colour and does not have an overpowering scent.

Keywords: Growth; Pineapple; Survival rate; Vaname Shrimp.

* Korespondensi: Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh.

Tel: +62-85371268325

e-mail: salamah@animal.ac.id

1. Introduction

1.1. Latar belakang

Udang merupakan salah satu bahan makanan sumber protein hewani bermutu tinggi yang sangat digemari oleh konsumen dalam negeri maupun luar negeri karena memiliki rasa yang sangat gurih dan kadar kolestrolnya lebih rendah daripada hewan mamalia Darmono (1991) dalam Maharani *et al.*, (2009). Budidaya udang vaname menjadi alternatif untuk menggantikan budidaya udang windu (*Litopenaeus monodon*) sebagai usaha masyarakat dan untuk meningkatkan

perekonomian. Hal tersebut dilakukan karena udang windu rentan terhadap serangan penyakit bintik putih (*White spot*) hal ini membuat para pembudidaya kewalahan dalam melakukan budidaya karena dibutuhkan usaha ekstra dalam pemeliharannya. Komoditas udang menjadi salah satu spesies keunggulan perikanan budidaya di Indonesia. Berdasarkan data BPS Tahun 2012 – 2018 menunjukkan peningkatan nilai ekspor perikanan rata – rata Indonesia mencapai 36,27% (BPS, 2019). Data tersebut menunjukkan bahwa komoditas udang memiliki pengaruh terhadap nilai ekspor perikanan Indonesia. Udang vaname menjadi spesies budidaya yang dapat menopang kembali kegiatan usaha budidaya udang di Indonesia. Permintaan pasar yang terus meningkat untuk udang vaname perlu adanya peningkatan produktivitas dan mutu dari udang vaname. Peningkatan mutu udang vaname dapat dilakukan dengan pemberian pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang sesuai serta dapat dicerna oleh udang vaname. Biaya yang dikeluarkan untuk pakan pada usaha budidaya mencapai 60-70% dari total biaya Nababan *et al.* (2015). Kondisi tersebut memicu tingginya biaya produksi. Oleh karena itu pakan yang diberikan harus optimal dimanfaatkan oleh udang untuk pertumbuhan udang vaname.

Peningkatan efisiensi pakan dan laju pertumbuhan dapat dilakukan dengan penambahan jenis enzim eksogenus sehingga dapat meningkatkan pemanfaatan protein. Enzim eksogenus yang dapat meningkatkan pemanfaatan protein adalah enzim bromelin Rahmawan *et al.* (2014). Bromelin merupakan enzim pencerna protein (proteinase) yang dapat mempercepat reaksi hidrolisis dari protein. Buah nanas merupakan varietas yang memiliki kandungan bromelin tertinggi dari spesies lainnya. Enzim protease berfungsi memecah protein dengan cara menghidrolisa ikatan peptida pada asam-asam amino dalam rantai polipeptida. Salah satu faktor internal yang berperan dalam mengatur pertumbuhan adalah enzim yang dapat menyederhanakan protein sehingga udang dapat menyerap langsung dan menghemat energi dalam tubuhnya (Hardiany, 2013).

Enzim bromelin diperoleh dari tangkai, kulit, daun, buah, batang tanaman nanas maupun bonggol atau bagian tengah buah nanas dalam jumlah yang berbeda (Kumaunang dan Kamu, 2011). Konsentrasi tertinggi yaitu berada di bagian batang atau bonggol nanas sehingga ekstrak batang nanas banyak dimanfaatkan sebagai senyawa fitomedisin (Muntari *et al.*, 2012). Oleh karena itu penting dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan ekstrak limbah nanas dalam pakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.2. Identifikasi Masalah

Udang vaname memiliki keterbatasan dalam mencerna pakan. Kemampuan udang untuk mencerna pakan tergantung ada tidaknya enzim yang sesuai dan kondisi yang dibutuhkan enzim untuk bereaksi dengan substrat dalam saluran pencernaan. Udang juga memiliki kebiasaan makan yang lambat namun secara terus menerus (*Continuous feeder*). Penambahan ekstrak limbah nanas yang mengandung enzim bromelin diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan pada udang. Pertumbuhan sangat didukung oleh pakan yang diberikan, kemampuan ikan untuk memanfaatkan pakan merupakan suatu faktor yang sangat penting dan mempengaruhi kemudahan dalam budidaya. Konsumsi pakan merupakan kemampuan biota yang dipelihara dalam memanfaatkan pakan udang sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.3. Tujuan dan manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana penambahan ekstrak limbah nanas pada pakan dapat bermanfaat untuk meningkatkan pendapatan pembudidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan peningkatan perekonomian nasional. Penelitian dapat memberikan informasi terhadap masyarakat pengaruh dari penambahan ekstrak limbah nanas untuk meningkatkan pertumbuhan atau bobot udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Manfaat lain adalah pembudidaya udang vaname dapat menggunakan bahan limbah nanas yang dicampur pada pakan untuk peningkatan produksi udang vaname sehingga meningkatkan pendapatan masyarakat pembudidaya udang vaname.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan di Lab Hatchery dan Teknologi Budidaya dan Lab Kimia Dasar Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh Aceh Utara yang dilakukan pada tanggal 31 Maret – 28 April 2022. Penelitian berlangsung selama 28 hari.

2.2. Bahan dan alat penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah benur udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) PL 15-20, pakan komersil dengan kandungan protein 32% serta ekstrak limbah nanas. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium yang berukuran 60 x 30 x 30 cm, aerator, selang untuk penyiponan, timbangan, serok, sikat, pH meter dan thermometer, DO meter, secchidisk kamera, buku tulis dan kebutuhan lainnya.

2.3. Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yang dilakukan untuk menganalisis penambahan ekstrak limbah nanas dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-Faktorial dengan tiga kali ulangan. Adapun dosis pada masing – masing perlakuan yang diberikan adalah:
Perlakuan A : Ekstrak Limbah Nanas 0% + 100 gr pakan.
Perlakuan B : Ekstrak Limbah Nanas 3% + 100 gr pakan .
Perlakuan C : Ekstrak Limbah Nanas 4% + 100 gr pakan.
Perlakuan D : Ekstark Limbah Nanas 5% + 100 gr pakan.

2.4. Prosedur penelitian

2.4.1. Persiapan wadah penelitian

Wadah yang digunakan untuk penelitian ini adalah akuarium berukuran 60 cm x 30 cm x 30 cm sebanyak 12 buah yang telah dibersihkan untuk menghindari pertumbuhan bakteri pada wadah. Sterilisasi air dilakukan dengan pengendapan air selama 24 jam dalam bak fiber yang berfungsi untuk mensterilkan air sebelum di masukkan dalam media uji sehingga dapat menjamin kualitas air yang akan digunakan untuk penelitian. Volume air dalam akuarium adalah 18 Liter dengan salinitas 32 ppt.

2.4.2. Biota uji

Biota uji yang digunakan adalah benur udang vaname PL 15 – 20 yang diperoleh dari Kelompok Kembang Tani Kakap Putih Desa Lancang Barat Dusun Ule Tutu. Jumlah padat tebar benur untuk masing – masing akuarium adalah 20 ekor/akuarium. Total benur yang dibutuhkan sebanyak 240 ekor. Sebelum dilakukan penebaran benur terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi untuk menghindari benur mengalami stres karena perubahan lingkungan yang tiba tiba. Aklimatisasi dilakukan sampai plastik wadah berembun kemudian plastik dibuka dan biarkan benur keluar sendiri dari plastik tersebut.

Benur udang vaname dipelihara selama 28 hari dan diberikan pakan yang telah ditambahkan ekstrak limbah nanas dengan frekuensi pemberian 3 kali sehari yaitu pada pukul 08.00 WIB, 12.00 WIB, 17.00 WIB.

2.4.3. Prosedur Pembuatan Ekstrak Limbah Nanas

Limbah nanas yang diperlukan berupa bagian nanas yang berada di tengah buah dan bersifat keras. Bagian tersebut tidak dimakan sehingga menjadi limbah organik. Proses pembuatan ekstrak limbah nanas dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Ekstraksi bonggol nanas dilakukan berdasarkan metode Gautam et al., (2010) batang nanas dicuci dengan aquades kemudian dipotong kecil-kecil dan ditimbang sebanyak 500 gram. Selanjutnya dihomogenisasi dengan menggunakan 66,67 ml larutan buffer fosfat (pH 7) kemudian disaring. Presipitasi ekstrak kasar enzim bromelin dilakukan dengan cara penambahan amonium sulfat 60%. Masing-masing 7 ml ammonium sulfat ditambahkan 3 ml ekstrak kasar batang nanas yang telah disaring sambil diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 45 menit. Selanjutnya diinkubasi semalam pada suhu 4°C di dalam lemari es. Setelah itu, disentrifugasi pada 3500 rpm selama 25 menit untuk memisahkan ekstrak kasar enzim dari sisa-sisa jaringan bonggol nanas.

Hasil sentrifugasi didapatkan supernatan dan pelet yang merupakan ekstrak kasar enzim bromelin. Pelet yang dihasilkan dicuci dengan 10 ml buffer fosfat 0,1 M pada kisaran pH 7, setelah dicuci dengan buffer fosfat, pelet ekstrak enzim bromelin dilarutkan dengan aquades sebanyak 2 ml.

2.4.4. Proses Penambahan Ekstrak Limbah Nanas dalam Pakan

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini berupa pellet komersil yaitu pellet udang dengan merk dagang AMFI 1 bentuk crumble ukuran 0,5 x 1,0 mm kandungan protein 32%. Penambahan masing – masing perlakuan adalah Ekstrak limbah nanas 0% + 100 gr pakan, Ekstrak limbah nanas 3% + 100 gr pakan, Ekstrak limbah nanas 4% + 100 gr pakan dan Ekstrak limbah nanas 5% + 100 gr pakan. Metode penambahan ekstrak limbah nanas pada pakan berdasarkan jurnal Syafrida et al., (2020).

Bonggol nanas di tambahkan dengan air bersih atau aquades sebanyak 100 ml dan dihomogenkan menggunakan blender. Pakan ditimbang sebanyak 100 g dan ekstrak limbah nanas tersebut disemprotkan ke pakan menggunakan sprayer dan dicampur hingga rata kemudian dikeringkan dengan diangin-anginkan dan tidak terkena sinar matahari secara langsung setelah itu pakan bisa langsung digunakan dan disimpan.

2.4.5. Pengelolaan kualitas air

Air laut yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Hatchery CV Benur Prima jalan stasiun kereta api, Ulee Madon, Muara Batu, Aceh Utara. Sterilisasi air dilakukan dengan pengendapan air selama 24 jam dalam bak fiber yang berfungsi untuk mensterilkan air sebelum di masukkan dalam media uji sehingga dapat menjamin kualitas air yang akan digunakan untuk penelitian. Air pemeliharaan udang vaname dalam penelitian ini adalah air laut dengan salinitas 32 ppt. Penyiponan selama penelitian dilakukan setiap hari yaitu pagi dan sore hari . untuk menjaga agar kualitas air tetap pada kondisi normal akibat pengaruh hasil penguraian sisa pakan dan kotoran pada wadah penelitian. Parameter kualitas air yang diukur pada media pemeliharaan udang vaname meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), kandungan ammonia (NH3). pengukuran suhu, pengukuran pH, salinitas dan DO dilakukan setiap hari sedangkan ammonia (NH3) dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian,

2.5. Parameter uji

2.5.1. Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Perhitungan nilai efisiensi pemanfaatan pakan dihitung dengan menggunakan rumus Tacon (1993) sebagai berikut:

$$EPP = \frac{W_t - W_0}{F} \times 100$$

Keterangan:

- EPP : Efisiensi pemanfaatan pakan (%)
- W_t : Bobot total udang pada akhir penelitian (gram)
- W₀ : Bobot total udang pada awal penelitian (gram)
- F : Pakan yang dikonsumsi selama penelitian (gram)

2.5.2. Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)

Menurut Takeuchi (1988) laju pertumbuhan relatif udang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LPR = \frac{W_t - W_0}{W_0 \times t} \times 100$$

Keterangan:

- LPR : Laju pertumbuhan relatif (%/hari)
- W_t : Bobot akhir Udang (gram)
- W₀ : Bobot awal udang (gram)
- t : Waktu Pemeliharaan (hari)

2.5.3. Protein Efisiensi Ratio (PER)

Nilai Protein Efisiensi Ratio (PER) dihitung menggunakan rumus Tacon (1993) sebagai berikut:

$$PER = \frac{W_t - W_0}{pi} \times 100$$

Keterangan:

- PER : Protein efisiensi ratio
- W_t : Biomassa akhir udang (gram)
- W₀ : Biomassa awal udang (gram)
- pi : Jumlah pakan yang dikonsumsi x kandungan protein (%)

2.5.4. Kelangsungan Hidup (SR)

Kelangsungan hidup udang dihitung dengan rumus berdasarkan Muchlisin et al. (2016) sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan:

- SR : Kelangsungan Hidup (%)
- N_t : Jumlah udang pada akhir penelitian
- N₀ : Jumlah udang pada awal penelitian

2.5.5. Uji Organoleptik

Uji Organoleptik dilakukan dengan mengajukan kuisioner kepada sepuluh orang responden untuk mengamati perbedaan warna dan aroma dari pakan udang yang sudah ditambahkan dengan sebelum penambahan ekstrak limbah nanas.

2.6. Analisis data

Data penelitian yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Data penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) memiliki model persamaan sebagai berikut.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Keterangan:

- i = 1,2,3,...,a j = 1,2,3,...,u
- Y_{ij} : Pengamatan Faktor ke-i, Ulangan ke-j
- μ : Rataan Umum

Ai : Pengaruh Utama pada taraf ke-i
Eij : Pengaruh Galat pada Faktor Utama ke-i dan Ulangan ke-j

Analisis statistik menggunakan tabel F (ANOVA) dengan aplikasi SPSS18 selang kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan signifikan dari tabel analisis sidik ragam (ANOVA) akan dilanjutkan uji lanjut Tukey untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Data kualitas air hasil analisis statistik akan dibandingkan nilai kelayakan kualitas air menurut literatur dari jurnal berkaitan. Uji organoleptik berupa pengamatan terhadap perubahan warna dan aroma pakan yang dilakukan dengan mengajukan kuisioner terhadap sepuluh orang responden kemudian nilai yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel kemudian di deskripsikan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan literatur yang berkaitan.

3. Result and Discussion

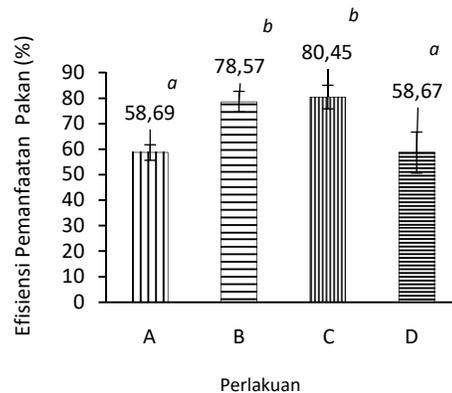
3.1. Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu 80,45% dengan penambahan ekstrak limbah nanas 4% pada pakan. Hal ini menunjukkan bahwa dosis tersebut optimal terhadap efisiensi pemanfaatan pakan oleh udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Ekstrak limbah nanas mengandung enzim bromelin yaitu sebagai enzim proteinase atau enzim pencernaan yang dapat mempercepat proses hidrolisis protein menjadi asam amino. Rachmawati dan Samidjan (2018) menyatakan bahwa Bromelin memiliki kemampuan untuk menghidrolisis ikatan peptida pada protein atau polipeptida menjadi molekul yang lebih kecil yaitu asam amino. Hal ini didukung oleh Nadzirah *et al.* (2016) bahwa bromelin memotong ikatan peptide pada ujung karbonil lisin, alanin, tirosin dan glisin. Kebiasaan makan udang yang lambat namun terus menerus (*Continuousfeeder*) membuat udang lambat dalam menyerap nutrisi - nutrisi dalam pakan sehingga pemanfaatan pakan tidak efektif khususnya protein oleh karena itu penambahan ekstrak limbah nanas efektif dalam memanfaatkan pakan oleh udang vaname karena mempercepat proses hidrolisis protein menjadi asam amino sehingga pertumbuhan udang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini didukung oleh Untara *et al.* (2018) bahwa pakan yang dikonsumsi secara normal akan diproses dalam kurun waktu 3-4 jam dan sisanya akan terbuang melalui kotoran.

Penambahan ekstrak limbah nanas dalam pakan memberikan pertumbuhan lebih tinggi pada udang vaname dibandingkan pertumbuhan udang vaname tanpa penambahan ekstrak limbah nanas dalam pakan. Suprayudi *et al.* (2011) dalam penelitiannya menyatakan nilai efisiensi pakan memperlihatkan bahwa ikan yang diberi pakan dengan penambahan enzim memiliki nilai efisiensi pakan yang lebih besar dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan tanpa penambahan enzim. Hal ini di dukung oleh Faizal *et al.* (2017) bahwa pemberian enzim eksogen berupa enzim bromelin dapat menambah daya kerja usus untuk membantu mempercepat proses hidrolisis protein dalam pakan sehingga protein yang dihidrolisis lebih cepat menjadi asam amino dan lebih mudah diserap dan dimanfaatkan oleh udang. Haslaniza *et al.* (2010) bahwa tingkat hidrolisis protein meningkat apabila persentase bromelin meningkat dimana beberapa peptida akan dihidrolisis oleh enzim menjadi asam amino. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis enzim bromelin dapat meningkatkan pencernaan pakan sehingga efisiensi pemanfaatan pakan juga semakin meningkat dalam batas dosis optimum.

Nilai EPP terendah terdapat pada perlakuan D yaitu 58,67% yaitu pada penambahan ekstrak limbah nanas sebanyak 5%. Hal ini menunjukkan bahwa dosis tersebut telah melewati batas optimum karena protein yang dihidrolisis menjadi asam amino melebihi kebutuhan udang akan protein sehingga membuat ketidakseimbangan nutrisi yang diperoleh udang vaname. Energi yang melebihi kebutuhan akan menurunkan tingkat konsumsi pakan sehingga asupan nutrisi lain juga akan menurun. Menurut Fran dan Junius (2013) bahwa total konsumsi pakan lebih dipengaruhi oleh keseimbangan energi protein dalam pakan bukan palatabilitas pakan.

Amalia *et al.* (2013) menjelaskan bahwa jika semakin banyak enzim yang ditambahkan ke dalam pakan akan menghasilkan lebih banyak protein yang dihidrolisis menjadi asam amino sehingga akan meningkatkan pertumbuhan dan daya cerna ikan terhadap pakan namun jika telah melewati batas optimum dapat memberikan efek negatif sehingga menghambat pertumbuhannya.



Keterangan: Nilai rerata dengan huruf superscript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Gambar 1. Grafik efisiensi pemanfaatan pakan.

Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa pada tabel analisis sidik ragam (ANOVA) nilai FHitung 35,205 > FTabel(0,05) 4,07 atau penambahan ekstrak limbah nanas berpengaruh nyata terhadap EPP.

3.1.2. Laju Pertumbuhan Relatif

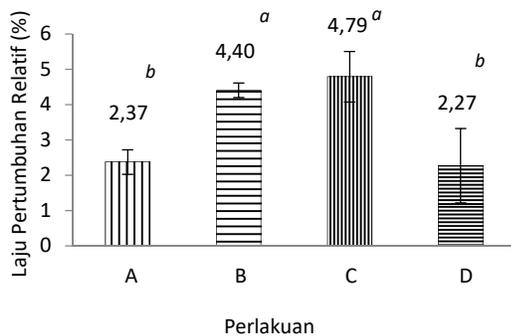
Laju pertumbuhan relatif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu 4,79% dengan penambahan ekstrak limbah nanas 4%. Enzim bromelin yang terdapat dalam limbah ekstrak nanas terbukti dapat mempercepat hidrolisis protein pakan menjadi asam amino sehingga protein yang dihidrolisis maksimal diserap oleh udang. Menurut Isnawati *et al.* (2015) laju pertumbuhan yang tinggi dipengaruhi oleh penambahan kandungan protein dan kandungan lemak tubuh yang berfungsi sebagai pembangun otot, sel-sel dan jaringan serta sebagai sumber energi. Protein adalah nutrisi utama yang dibutuhkan udang untuk pertumbuhan, metabolisme dan energi sehingga udang membutuhkan kandungan protein yang tinggi dan mudah dicerna sehingga kebutuhan tersebut dapat terpenuhi. Nilai LPR berbanding lurus dengan nilai EPP sehingga jika nilai EPP tinggi maka diikuti nilai LPR tinggi (Rachmawati dan Samidjan, 2018).

Pertumbuhan terjadi karena energi yang digunakan untuk aktivitas *maintenance* sudah terpenuhi sehingga nutrisi seperti protein akan ditampilkan dengan penambahan bobot ikan (Wulandhari *et al.*, 2017). Pertumbuhan terjadi akibat energi yang didapatkan dari pakan yang dikonsumsi udang berlebih sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian enzim

bromelin pakan yang dicerna diduga menghasilkan energi yang lebih sedikit dan pertumbuhan lebih sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian Choi *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa hidrolisis atau pemecahan protein terjadi karena adanya bantuan dari enzim proteolitik. Enzim proteolitik bertugas sebagai katalisator didalam dinding sel. Hidrolisis protein dilakukan oleh enzim eksogeneus yang dimana enzim bromelin merupakan enzim yang berperan sebagai enzim eksogeneus. Adanya penambahan enzim ini membantu menghasilkan asam amino lebih banyak sehingga pakan yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Menurut Tortoe *et al.* (2013) buah nenas membantu beberapa enzim hadir dalam tubuh untuk menghasilkan energi karena mengandung magnesium dan vitamin B1 yang penting untuk fungsi normal beberapa enzim.

Perlakuan D memiliki nilai LPR 2,27% yaitu nilai terendah dibandingkan dengan nilai LPR pada perlakuan A, B dan C. Pemberian dosis ekstrak nenas yang sudah melebihi batas keefektifan enzim membuat pertumbuhan udang lambat karena enzim yang berlebihan dalam saluran pencernaan tidak dapat menghidrolisis protein lagi sehingga pertumbuhan udang lambat. Dosis enzim yang melebihi kemampuan udang dalam memanfaatkan enzim mengakibatkan pertumbuhan konstan atau tetap (Wulandhari *et al.*, 2017).

Bertambahnya konsentrasi enzim maka kecepatan reaksi hidrolisis semakin meningkat namun pada batas tertentu penambahan enzim yang berlebih akan mengakibatkan jumlah hidrolisat yang konstan karena penambahan enzim sudah tidak aktif lagi Wijayanti *et al.* (2016). Hal ini sesuai dengan hasil laju pertumbuhan relatif untuk masing - masing perlakuan dimana perlakuan dengan dosis tertinggi memiliki nilai LPR terendah..



Keterangan: Nilai rerata dengan huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Gambar 2. Laju pertumbuhan relatif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

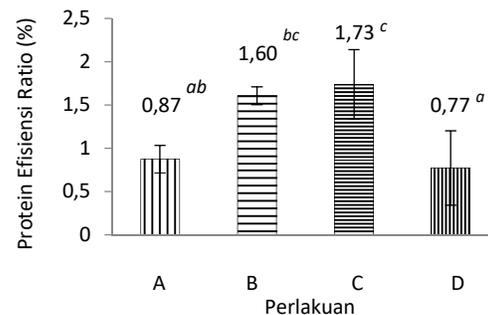
Analisis statistik laju pertumbuhan relatif (LPR) udang vaname (*L. vannamei*) menunjukkan tabel analisis sidik ragam (ANOVA) nilai Fhitung 33,812 > FTabel(0,05)4,07 atau penambahan ekstrak limbah nenas berpengaruh nyata terhadap LPR.

3.2. Protein Efisiensi Ratio

Nilai Protein Efisiensi Ratio tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu 1,73% dengan penambahan ekstrak limbah nanas 4% memiliki nilai PER yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga bahwa pada perlakuan C merupakan dosis enzim bromelin yang sesuai untuk penguraian protein dan nutrisi lain pada pakan sehingga dapat dimanfaatkan oleh udang vaname untuk pertumbuhan. Enzim bromelin tergolong dalam kelompok enzim protease sulfhidril yang dapat menghidrolisa protein yang menghasilkan asam amino sederhana yang larut dalam air.

Menurut Dalibard *et al.* (2014) menyatakan bahwa pemisahan asam amino yang terikat secara kimiawi dengan protein dipisahkan dari unit protein utama yang berlangsung dalam lumen usus dengan bantuan enzim proteolitik (protease). Aktivitas enzim proteolitik dibantu oleh sekresi asam klorida encer dalam perut yang dapat mengasamkan pakan sehingga mengakibatkan denaturasi protein. Prosesnya berawal dari denaturasi protein kemudian berlanjut pada pembelahan menjadi asam amino individu atau pasangan asam amino (dipeptides), tripeptida dan sampai pada enam unit asam amino panjangnya (oligopeptida). Pecahnya rantai peptida dilakukan oleh endopeptidase (pepsin, tripsin, chimotripsin) yang membelah di tengah rantai dan exopeptidases yang membelah dari ujung terminal. Asam amino dan oligopeptida diserap oleh sel mukosa yang melapisi permukaan usus dan akhirnya masuk dalam aliran darah sebagai asam amino bebas. Sistem transportasi spesifik bertanggung jawab atas penyerapan asam amino. Asam amino yang diserap diangkut melalui vena porta ke hati yang merupakan organ utama metabolisme asam amino.

Nilai PER terendah terdapat pada perlakuan D atau perlakuan dengan dosis tertinggi nilai PER yaitu 0,77%. Hal ini karena dosis yang digunakan terlalu tinggi sehingga menimbulkan dampak negatif untuk udang. Choi *et al.* (2016) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah enzim yang ditambahkan ke dalam pakan komersial semakin banyak jumlah protein yang dihidrolisis menjadi asam amino sehingga meningkatkan penyerapan protein dan pertumbuhan pada udang namun jika jumlah melewati titik optimal dapat menimbulkan efek negatif terhadap udang yaitu dapat menghambat pertumbuhan udang.



Keterangan: Nilai rerata dengan huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Gambar 3. Grafik protein efisiensi ratio udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

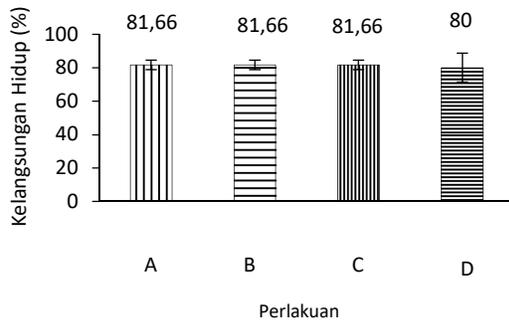
Analisis statistik menunjukkan pada tabel analisis ragam (ANOVA) nilai Fhitung 7,548 > FTabel(0,05) 4,07 atau penambahan ekstrak limbah nenas berpengaruh nyata terhadap PER.

3.3. Kelangsungan Hidup (SR)

Kelangsungan hidup (SR) udang vaname tidak berbeda nyata antara udang vaname dengan pakan yang ditambahkan ekstrak limbah nenas dan pakan tanpa penambahan ekstrak limbah nenas. Menurut Syukri dan Ilham (2016) pakan bukan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup namun kelangsungan hidup dipengaruhi oleh kualitas air pada media. Suprayudi *et al.* (2012) menyatakan bahwa tingginya kelangsungan hidup menunjukkan kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan pokok bahkan dapat meningkatkan pertumbuhan.

Kematian yang terjadi pada udang saat penelitian karena adanya aktivitas moulting karena aktivitas pertumbuhan pada udang vaname. Moulting yang tidak sempurna mengakibatkan penurunan daya tahan tubuh udang vaname

sehingga menyebabkan kematian. Anita (2017) menyatakan bahwa saat molting udang kesulitan untuk melepaskan karapas dan udang tidak mengalami moulting yang sempurna. Hal tersebut membuat turunnya tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Keadaan ini menyebabkan kematian pada udang umumnya satu sampai dua hari setelah moulting.



Gambar 4. Garfrik konversi pakan ikan nila gift dan ikan nila merah.

Tabel Analisis sidik ragam (ANOVA) diperoleh nilai $F_{hitung} 0,083 < F_{tabel(0,05)} 0,967$. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan ekstrak limbah nanas pada pakan tidak berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup udang vaname (*L. vannamei*) sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut tukey.

3.4. Uji Organoleptik

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa ekstrak limbah nanas yang ditambahkan pada pakan dapat merubah warna dan aroma pakan. Pakan pada perlakuan A (kontrol) memiliki warna coklat sangat pudar dan aroma yang menyengat sedangkan perlakuan B memiliki warna sangat coklat dan aroma sedikit menyengat, perlakuan C memiliki warna sangat coklat aroma tidak menyengat dan perlakuan D memiliki warna coklat pudar dan aroma tidak menyengat.

Perubahan warna pada pakan merupakan hasil reaksi antara ekstrak limbah nanas dengan pakan komersil sehingga menyebabkan perubahan warna pakan dari warna coklat pudar menjadi warna sangat coklat. Reaksi tersebut berupa reaksi Maillard. Reaksi Maillard merupakan reaksi antara gugus karbonil terutama yang berasal dari gula pereduksi dengan gugus amino terutama asam amino, peptida dan protein Chandra (2013). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Winarno (2004) bahwa pada reaksi Maillard gugus karbonat dan gugus glukosa bereaksi dengan nukleofilik gugus amino dari protein yang menghasilkan warna khas (coklat). Perbedaan warna coklat pada masing – masing perlakuan A, B, C dan D disebabkan karena perbedaan konsentrasi ekstrak limbah nanas dalam pakan. Hasil penelitian Siahaan (2017) menyatakan bahwa konsentrasi sari buah nanas semakin tinggi menyebabkan warna semakin coklat, namun jika telah melewati batas optimal enzim bromelin pada pakan tidak aktif lagi.

Aroma pakan dengan penambahan ekstrak limbah nanas dapat mengubah aroma khas dari pakan. Pakan dengan penambahan ekstrak limbah nanas memiliki aroma yang tidak menyengat, semakin tinggi konsentrasi ekstrak limbah nanas yang ditambahkan pada pakan semakin hilang aroma khas dari pakan. Hilangnya aroma menyengat dari pakan diakibatkan ekstrak limbah nanas yang mengandung enzim bromelin yang bersifat hidrolase atau enzim yang bekerja karena tersedianya air. Menurut (Budiarti, 2010) perbedaan aroma dari semua perlakuan menunjukkan semakin banyak ekstrak nanas yang ditambahkan sehingga proses hidrolisis semakin besar. Hardoko (2003) menyatakan terjadi hidrolisis protein oleh enzim protease yang memecah protein menjadi asam amino bebas dan peptida-

peptida yang akan digunakan sebagai substrat untuk menjadi senyawa – senyawa pembentuk aroma. Pakan yang mengandung senyawa organik seperti protein, asam amino, dan asam lemak udang akan merespon dengan cara mendekati sumber pakan tersebut (Ghufuran, 2007). Aroma pada pakan lebih berpengaruh terhadap aktifitas makan udang dibandingkan dengan warna dari pakan karena udang mengidentifikasi makanannya dengan bantuan organ sensor kimiawi yaitu organ antennula. Haliman dan Adijaya (2005) mengemukakan bahwa udang vaname mencari makan lewat organ sensor (chemoreceptor) yaitu bagian antenna dan antennula disekitar mulut udang biasanya ditutupi oleh rambut – rambut halus yang berfungsi sebagai alat penciuman.

3.5. Kualitas Air

Parameter kualitas air berupa salinitas, suhu, pH, DO serta amonia diperoleh nilai sesuai dengan kelayakan hidup udang vaname. Salinitas yang digunakan pada masing–masing perlakuan adalah 32 ppt. Salinitas air pada masing – masing wadah dapat dipertahankan dengan cara melakukan pengecekan salinitas setiap hari untuk mengetahui terjadinya fluktuasi pada wadah pemeliharaan selain itu penyiponan dilakukan setiap hari dan pergantian air setiap 3-4 hari sekali harus dilakukan untuk menjaga salinitas sesuai dengan standar kelayakan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Kisaran salinitas pada pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*) sesuai dengan SNI (8037.1:2014) yaitu 30–33 ppt. Kandungan salinitas selama penelitian tidak mengalami fluktuasi yang jauh karena penelitian ini dilakukan dalam Laboratorium sehingga salinitas pada masing-masing wadah pemeliharaan sama dan terkontrol.

Pengaruh salinitas sangat berkaitan dengan kemampuan fisiologis udang untuk osmoregulasi yaitu kemampuan untuk menjaga keseimbangan garam dalam tubuh. Kandungan salinitas pada udang yang tidak sesuai akan berpengaruh terhadap organ filamen insang yang bersifat sebagai organ primer yang berfungsi mengatur keseimbangan garam (Adipu, 2019). Suhu pada semua media perlakuan berkisar 26°C – 28°C dimana suhu terendah 26°C dan suhu tertinggi 28°C. Suhu tersebut masih dalam kisaran suhu yang baik untuk pemeliharaan udang vaname sesuai dengan pernyataan (Kordi dan Tancung, 2007) bahwa suhu 24°C – 34°C udang vaname tumbuh dengan baik. Suhu berpengaruh langsung pada metabolisme udang. Suhu tinggi metabolisme udang cepat sedangkan saat suhu yang lebih rendah proses metabolisme lambat. Secara tidak langsung suhu air yang tinggi menyebabkan oksigen dalam air menguap akibatnya udang akan kekurangan oksigen (Adipu, 2019). pH selama masa pemeliharaan diperoleh nilai pH yang fluktuasinya tidak jauh yaitu antara 7,0 – 7,3. Perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada ikan demikian juga pada pH yang terlalu basa. pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pada udang dan lembeknya kulit udang serta rendahnya kelangsungan hidup. pH perairan yang optimal untuk budidaya udang vaname adalah 6,5 - 9 (Supriatna et.al (2020). Oksigen terlarut berkisar antara 7,0 – 7,3 mg/L. Kisaran DO untuk pemeliharaan udang vaname sesuai SNI adalah >4 mg/L. Hal ini didukung oleh Zulfami (2017) kisaran oksigen yang optimum yaitu >4 mg/L. Proses respirasi pada udang serta fisiologi sel yang berperan dalam pembentukan energi selama proses metabolisme nutrien dalam pakan membutuhkan oksigen. Kandungan oksigen yang rendah menyebabkan kemampuan udang untuk metabolisme pakan menjadi terbatas sehingga menurunkan kemampuan untuk mengkonversi pakan.

Nilai amonia pada saat pemeliharaan diperoleh pada kisaran 0,04 – 0,08 mg/L. Kadar amonia pada pemeliharaan udang vaname menurut SNI yaitu <0,1. Oleh karena itu amonia

pada media masih dapat ditoleransi oleh udang. Sumber utama amonia dalam media merupakan timbunan bahan organik dari sisa pakan, feses, urin dan plankton yang mati. Kadar protein pada pakan sangat mendukung akumulasi bahan organik-N dalam media akuarium selanjutnya menjadi amonia setelah mengalami proses amonifikasi.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian penambahan ekstrak limbah nanas pada pakan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) diperoleh kesimpulan bahwa;

1. Penambahan ekstrak limbah nanas berpengaruh terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Laju Pertumbuhan Relatif, Protein Efisiensi Ratio, Uji Organoleptik Warna dan Aroma pada pakan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sedangkan penambahan ekstrak limbah nanas pada pakan tidak berpengaruh nyata terhadap Kelangsungan Hidup dan Kualitas Air.
2. Hasil terbaik yang diperoleh selama penelitian bahwa perlakuan C memperoleh nilai Efisiensi pemanfaatan pakan 80,45%, Laju Pertumbuhan Relatif 4,79% perhari dan Protein efisiensi ratio 1,73 % perhari. Kelangsungan hidup 81,66 %
3. Kualitas air selama penelitian diperoleh suhu 26 – 28 °C, pH 7,1 - 7,3; DO 7,0 – 7,5 mg/L, Salinitas 32 ppt dan Amonia 0,04 – 0,08 mg/L.

Bibliografi

- Adipu, Y. 2019. Profil Kualitas Air pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Bioflok dengan Sumber Karbohidrat Gula Aren. *Jurnal MIPA*, 8(3): 122-125.
- Amalia, R., Subandiyono, E., dan Arini. 2013. The effect of papain on dietary protein utility and growth of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal Aquaculture Management and Technology*, 2(1): 136- 143.
- Anita, A. W., Agus, M., dan Mardiana, T.Y. 2017. Pengaruh perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) PL -13. *PENA Akuatika*, 16 (1): 12-19.
- BPS Provinsi Jawa Tengah. 2019. Jawa Tengah dalam Angka 2019. Jawa Tengah: BPS.
- Budiarti. 2010. Pembuatan Kecap Kepala Broiler. *Jurnal Skripsi Peternakan dan Perikanan*. 23-25.
- Choi, W.M., Lam, C.L., Mo, W.Y., and Wong, M.H. 2016. Upgrading Food Wastes by Means of Bromelain and Papain to Enhance Growth and Immunity of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Environmental Science and Pollution Research*, 23(8): 7186-7194.
- Dalibart, P., V. Hess, L. Le Tutour, M. Peisker, S. Peris, A.P. Guitierrez, M., and Redshaw. 2014. Amino Acids in Animal Nutrition. ISBN:978-2-960-1289-32.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2021. Budidaya Udang vaname di Tambak Milenial (Milenial Shrimp Farming/MSF). Situbondo: Kementerian Perikanan dan Kelautan Republik Indonesia.
- Effendi, F. 2000. Budidaya Udang Putih. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Faizal, D., Rostika, R., Yustiati, A., Andriani, Y., dan Zidni, I. 2017. Pengaruh Penambahan Kombinasi Ekstrak Enzim Kasar Papai dan Bromelin pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(1),56-6.
- Fran, S., dan Junius, A. 2013. Pengaruh Tingkat Protein dan Rasio Protein Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Sepat. *Jurnal Fish Scientiae*, 3(5): 53-63.
- Gautam, S.S., Mishra, S.K., Dash, V., Goyal, A.K., and Rath, G. 2010. Comparative study of extraction, purification and estimation of bromelain from stem and fruit of pineapple plant. *Thai Journal Pharmaceutical Science*, 34 (1): 67-76.
- Hardoko. 2003. Pengaruh Penambahan Moromi, Enzim Papain Dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Kecap Ikan Dari Ekstraksi Ikan Tuna. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 1(1): 39-53.
- Haslaniza, H., Maskat, M.Y., Wan Aida, W.M., and Mamot, S. 2010. The Effects of Enzyme Concentration, Temperature and Incubation Time on Nitrogen Content and Degree of Hydrolysis of Protein Precipitate from Cockle (*Anadara granosa*) Meat Wash Water. *International Food Research Journal*, 17: 147-152.
- Isnawati, N., Romziah, S., and Gunanti, M. 2015. Potensi Serbuk Daun Pepaya untuk Meningkatkan Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Rasio Efisiensi Protein dan Laju Pertumbuhan Relatif pada Budidaya Ikan (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(2): 121-124.
- Jung, Y., Choi, C., Park, J., Kang, H., and Choi, J. 2008. Overexpression of the pineapple fruit bromelain gene (BAA) in transgenic Chinese cabbage (*Brassica rapa*) results in enhanced resistance to bacterial soft rot. *Electron J Biotechnol*, 11(1): 1-8.
- Kordi, M.G.H., dan Tancung, A.B. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta. 208 hal.
- Kumanaung, M., dan Kamu, V. 2011. Aktivitas Enzim Bromelin dari Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2).
- Maharani., Gunanti., Sunarti., Triastuti., Juniastuti, J. dan Tutik. 2009. Kerusakan dan Jumlah Hemosit Udang Windu (*Penaeus monodon Fab.*) yang Mengalami Zoothamniosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1): 21 – 29.
- Muchlisin, Z.A., Arisa, A., Muhammadar, A.A., Fadli, N., Arisa, I.I., and Siti-Azizah, M.N. 2016. Growth performance and feed utilization of keureling (*Tor tambra*) fingerlings fed a formulated diet with different doses of vitamin E (alpha-tocopherol). *Archives of Polish Fisheries*, 24(1): DOI 10.1515/aopf-2016-0005.
- Muntari, B., Amid, A., Mel, M., Jami, M. S., and Salleh, H. 2012. Recombinant Bromelain Production in *Escherichia coli*: Process Optimization in Shake Flask Culture by Response Surface Methodology. *AMB Express*, 2(1): 12.

- Nababan, E., Putra I., dan Rusliadi. 2015. Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Persentase Pemberian Pakan yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3(2).
- Nadzirah, K.Z., Zainal, S., Noriham, A., and Normah, I. 2016. Application of Bromelain Powder Produced from Pineapple Crowns in Tenderising Beef Round Cuts. *International Food Journal*, 23(4): 1590-1599.
- Rachmania, R.A., Wahyudi, P., Wardani, A.M., and Insani, D.R. 2017. Profil Berat Molekul Enzim Protease Buah Nanas (*Ananas comosus* L.Merr) dan Pepaya (*Carica papaya* L.) menggunakan Metode SDS-PAGE. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 13(1): 52-65.
- Rachmawati, D., dan Samidjan, I. 2018. Suplementasi Ekstrak Nanas pada Pakan Terhadap Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Upaya untuk Meningkatkan Produksi. Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV: Swiss-Belinn, Tunjungan Surabaya, 5 September 2018 (pp.282-283). Surabaya: Universitas Diponegoro.
- Siahaan, I.C.M. 2017. Mutu Mikrobiologi Kecap Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Dengan Penambahan Sari Buah Nanas (*Ananas comosus*). Fakultas Perairan dan Ilmu Kelautan.
- SNI 8037.1:2014. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931). Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 01-7246-2006. 2006. Pakan berdasarkan Umur Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 7546-2009. 2009. Mutu Pakan Udang Vaname. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Subandiyono, S., Hastuti., and Nugroho, R.A. 2018. Feed Utilization Efficiency and Growth of Java Barb (*Puntius javanicus*) Fed on Dietary Pineapple Extract. *AAFL Bioflux*, 11(2): 309-318.
- Supono. 2017). Teknologi Produksi Udang. Bandar Lampung (ID): Cetakan Pribadi.
- Suprayudi, M.A., Harianto, D., dan Jusadi, D. 2012. Kecernaan Pakan dan Pertumbuhan Udang Putih *Litopenaeus vannamei* diberi Pakan Mengandung Enzim Fitase Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2): 103-108.
- Supriatna., Mahmudi, M., Musa, M., dan Kusriani. 2020. Hubungan pH dengan Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vanamei (*L. vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3): 368-374.
- Syukri, M., dan Ilham, M. 2016. Pengaruh Salinitas terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Larva Udang Windu (*Penaeus monodon*). *J.Galung Tropika*, 5(2): 86-96.
- Syafrida, Y., Rusliadi., dan Muliadi. 2020. Pengaruh Penambahan Enzim Bromelin Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dipelihara dalam Sistem Resirkulasi. Universitas Riau. Indonesia.
- Tacon, A.G.J. 1993. Feed Ingredient for Warmwater Fish: Fish Meal and Other Processed Feedstuffs. AO Fisheries Circular. Rome, 856,64 pp.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory work, chemical evaluation of dietary nutrients. In Fish Nutrition and Mariculture. *Japan International Cooperation Agency*, 179-233.
- Tortoe, C., Johnson, P.T., Slaghek, T., Miedema, M., and Timmermans, T. 2013. Physicochemical, Proximate and Sensory Properties of Pineapple (*Ananas* sp.) Syrup Developed From Its Organic Side-Stream. *Food and Nutrition Sciences*, 4: 163-168.
- Untara, L.M., Agus, M., dan Pranggono, H. 2018. Kajian Teknik Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Tambak Busmetik SUPM Negeri Tegal dengan tambak Tuvami 16 Universitas Pekalongan. *PENA Akuatika*, 17(1): 1-7.
- Wijayanti, I., Romadhon dan Rianingsih, L. 2016. Karakteristik Hidrolisat Protein Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) dengan Konsentrasi Enzim Bromelin yang Berbeda. *Jurnal Saintek Perikanan*, 11(2): 129-133. ISSN:1858-4748.
- Winarno, F.G. 2008. Teknologi Pangan MBRIO Biotekindo. Bogor. 305 Hal.
- Winarno. 2010. Kimia Pangan dan Giji. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan dan Giji. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wiyati, P.I., dan Tjitraresmi, A. 2018. Karakterisasi Aktivitas dan Isolasi Enzim Bromelin dari Tumbuhan Nanas (*Ananas* sp.). *Farmaka jurnal*, 16 (2): 179.
- Wulandhari, P.S., Rachmawati, D., dan Susilowati, T. 2017. Pengaruh Kombinasi Ekstrak Nanas dalam Pakan Buatan dan Probiotik pada Media Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*). *Journal Of Aquaculture Management and Technology*, 6(4), 157-166.
- Wyban, J.A., and Sweeny, J.N. 2000. Intensive Shrimp Production Technology. The Oceanic Institute Makapuu Point, Honolulu, pp 158.
- Yuangsoi, B., Klahan, R., Charoenwattanasak, S., and Lin, S.M. 2018. Effects of Supplementation of Pineapple Waste Extract in Diet of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) on Growth, Feed Utilization, and Nitrogen Excretion. *Journal of Applied Aquaculture*, 1(1): 1-11.
- Yudiati, E., Arifin, Z., dan Riniatsih, I. 2010. Pengaruh Aplikasi Probiotik terhadap Laju Sintasan dan Pertumbuhan tokolan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*), Populasi Bakteri *Vibrio*, serta Kandungan Amoniak dan Bahan Organik Media Budidaya. *Indonesian Journal Of Marine Sciences*, 15(3): 153-158.
- Zulfahmi., I. 2017. Pengaruh Padat Tebar Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Fabricius, 1978. Yang Dipelihara Pada Media Biflok. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1): 62-66.