

HYDROPONIC FODDER: ALTERNATIF PAKAN BERNUTRISI DI MASA PANDEMI

Teguh Wahyono*¹ dan Sadarman²

¹ Bidang Pertanian, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional

² Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim

*Korespondensi email: teguhwahyono@batan.go.id

Abstrak. Berbagai kendala melanda sektor logistik dan penyediaan pakan ternak selama pandemi. Kontinuitas ketersediaan dan ketidakstabilan harga menjadi tantangan yang utama. Hal tersebut berdampak juga terhadap ketersediaan bahan pakan bernutrisi tinggi. Teknologi hidroponik menawarkan solusi untuk penyediaan bahan pakan bernutrisi tinggi secara mandiri. Hydroponic fodder merupakan pakan hijauan yang dibudidayakan dalam waktu singkat (7-14 hari) pada media cair dan dalam kondisi yang terkontrol. Tanaman jagung, kacang hijau, gandum, barley dan sorgum adalah beberapa komoditas yang dapat dikembangkan sebagai hydroponic fodder. Kandungan protein kasar (PK), serat kasar (SK) dan total digestible nutrients (TDN) hydroponic fodder berturut-turut berkisar antara 10.14-34.71%; 5,51-19,35% dan 68,69 – 78,85. Variasi nutrisi dipengaruhi oleh perbedaan komoditas tanaman, nutrisi media cair, umur panen dan kondisi lingkungan penanaman. Kecernaan hydroponic fodder juga cukup tinggi, berkisar antara 81,59-81,86%. Hydroponic fodder memiliki karakteristik nutrisi yang tinggi protein, mineral dan rendah serat kasar. Hal tersebut berasosiasi dengan nilai TDN serta kecernaan yang tinggi. Hydroponic fodder berpotensi dikembangkan sebagai pakan fungsional alternatif selama pandemi. Hal tersebut ditinjau dari segi kepraktisan, kemandirian dan kualitas nutrisi.

Kata kunci: fodder, hydroponic, pakan, pandemi

Abstract. Various obstacles affect the logistics sector of animal feed during the pandemic. Availability and price instability are the major challenge. This also take affect on the availability of highly nutritious feed ingredients. Hydroponic technology offers a solution for the provision of high nutritional feed ingredients independently. Hydroponic fodder is a forage feed that is cultivated in a short time (7-14 days) in liquid media and under controlled conditions. Corn, mungbean, wheat, barley and sorghum are some commodities that can be developed as hydroponic fodder. The ranged of crude protein, crude fiber and total digestible nutrients of hydroponic fodder are between 10.14-34.71%; 5.51-19.35% and 68.69 - 78.85, respectively. Nutrition variation is influenced by differences in crop commodities, liquid media, harvesting age and planting environment conditions. Hydroponic fodder digestibility is also quite high, ranging between 81.59-81.86%. Hydroponic fodder has nutrient characteristics that are high in protein, minerals and low crude fiber. This is associated with TDN values and high digestibility. Hydroponic fodder has the potential to be developed as an alternative functional feed during a pandemic. This was represented by the viewpoint of practicality, independence and nutrient quality.

Keywords: fodder, hydroponic, feed, pandemic

PENDAHULUAN

Sektor peternakan merupakan salah satu program yang dapat mendukung prioritas nasional berupa pemantapan ketahanan pangan di Indonesia. Akan tetapi, pemenuhan kebutuhan pakan

adalah permasalahan klasik di dunia peternakan. Munculnya pandemi *Corona Virus Disease* pada tahun 2019 (COVID-19) juga turut berpengaruh terhadap sektor logistik dan penyediaan pakan ternak (FAO, 2020). Hal tersebut semakin membuktikan bahwa sub sektor penyediaan pakan ternak adalah rantai produksi yang rentan terhadap berbagai kondisi pandemi global. Pelemahan nilai tukar rupiah dan terhambatnya pasokan bahan pakan merupakan tantangan yang harus diatasi selama masa pandemi. Hal tersebut disebabkan oleh ketergantungan pelaku peternakan terhadap impor bahan pakan. Penyediaan bahan pakan bernutrisi tinggi secara mandiri merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan selama pandemi.

Teknologi hidroponik adalah salah satu alternatif yang dapat membantu penyediaan pakan secara mandiri. Girma and Gebremariam (2018) melaporkan bahwa hidroponik adalah teknologi progresif yang mampu memenuhi kebutuhan nutrisi di sektor peternakan. *Hydroponic fodder* merupakan pakan hijauan yang dibudidayakan dalam waktu singkat (7-14 hari) pada media cair dan dalam kondisi yang terkontrol (Jolad *et al.*, 2018; Wahyono *et al.*, 2019). *Hydroponic fodder* mampu mengatasi permasalahan hijauan di lahan terbatas (Chrisdiana, 2018), memiliki pencernaan tinggi (Zahera *et al.*, 2015) dan ramah lingkungan (Al-Karaki and Al-Hashimi, 2012). Penggunaan *hydroponic fodder* sebagai pakan berkualitas telah diaplikasikan kepada berbagai komoditas ternak diantaranya: sapi perah (Nugroho *et al.*, 2015), domba (Farghaly *et al.*, 2019), kuda (Francis *et al.*, 2018), kelinci (Ebenezer *et al.*, 2018) dan burung puyuh (Abouelezz *et al.*, 2019). Kajian ini membahas berbagai aplikasi *hydroponic fodder* sebagai pakan ternak berdasarkan perspektif kandungan nutrisi, pengaruhnya terhadap performa ternak serta prospek pemanfaatannya di masa pandemi.

METODE DAN RUANG LINGKUP KAJIAN

Kajian ini meringkas berbagai publikasi (jurnal dan prosiding) terkait pemanfaatan *hydroponic fodder* sebagai pakan ternak, baik ruminansia maupun non ruminan. Sumber referensi diperoleh dari penelusuran melalui portal *online Scopus*, *Sciencedirect* maupun *Google Advanced Search* dengan kata kunci *Hydroponic*, *Fodder*, *Sprouted*, *Feed* dan *Green Fodder*. Pembahasan dikaitkan dengan perspektif permasalahan nutrisi dan pakan ternak selama masa pandemi seperti yang dilaporkan oleh FAO (2020) dan PRISMA (2020).

ISI KAJIAN

Budidaya Hydroponic Fodder dan Keunggulannya

Hydroponic fodder adalah istilah umum yang digunakan untuk mendefinisikan hijauan/pakan ternak yang dibudidayakan secara hidroponik. Berbagai istilah lain diantaranya: *green fodder* ((Fazaeli *et al.*, 2012; Wahyono *et al.*, 2019), *hydroponic sprouts* (Abouelezz *et al.*, 2019; Farghaly *et*

al., 2019) atau *hydroponic green fodder* (Petkova, 2017). Sistem hidroponik adalah teknologi yang revolusioner untuk memproduksi *green fodder* pada abad ke 21 (Jolad *et al.*, 2018). Prinsip budidaya *hydroponic fodder* adalah terletak pada kondisi kelembaban, cahaya, temperatur dan ketersediaan media cair. Beberapa instalasi hidroponik telah dilengkapi dengan sistem otomatis untuk pengaturan aliran air, nutrisi, pencahayaan dan kelembaban, tergantung dari kebutuhan setiap jenis tanaman (Lee and Lee, 2015; Petkova, 2017). Girma and Gebremariam (2018) melaporkan bahwa teknik hidroponik adalah proses menumbuhkan biji sereal atau jenis lainnya dengan kelembaban tertentu dan tanpa menggunakan media padat. Lebih lanjut dijelaskan bahwa budidaya *hydroponic fodder* memerlukan waktu sekitar 7-10 hari. Dalam referensi lain, disebutkan bahwa *hydroponic fodder* optimal dipanen pada hari ke 8 (Fazaeli *et al.* 2012; Ebenezer *et al.* 2018; Farghaly *et al.* 2019), 9 (Wahyono *et al.* 2019), 10 (Al-Karaki and Al-Hashimi, 2012) dan 13 (Nugroho *et al.* 2015). Variasi umur panen tergantung pada komoditas tanaman yang dibudidayakan.

Sistem hidroponik bergantung terhadap larutan nutrisi yang dialirkan untuk menggantikan nutrisi yang berada dalam substrat tanah (Lee and Lee 2015). Variasi media cair yang digunakan juga akan mempengaruhi kondisi *hydroponic fodder* yang di tanam. Beberapa media cair yang digunakan dapat berupa larutan mineral komersial (Wahyono *et al.*, 2018), *Bioslurry* (Nugroho *et al.* 2015) maupun air tanah (Farghaly *et al.*, 2019). Sistem pencahayaan juga dapat menggunakan sinar matahari alami (Kumalasari *et al.*, 2017) maupun cahaya *fluorescent* (Farghaly *et al.* 2019). Petkova *et al.* (2017) merangkum bahwa *hydroponic fodder* memiliki keunggulan berupa: 1) menyediakan pakan yang ramah lingkungan (bebas pestisida dan antibiotik); 2) memiliki keseimbangan energi; 3) menurunkan resiko asidosis dan mastitis; 4) meningkatkan rasio pencernaan; 5) meningkatkan performa reproduksi; 6) meningkatkan berat lepas sapih dan 7) meningkatkan kualitas susu. Dirangkum dari berbagai sumber, teknologi *hydroponic fodder* juga memiliki kelebihan: 1) dapat dibudidayakan secara mandiri; 2) mampu mengatasi permasalahan lahan yang semakin sempit (inovasi *vertical farming*); 3) tidak terkendala iklim (budidaya *indoor*); 4) menghasilkan tanaman yang seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan ternak dan 5) bernutrisi tinggi (protein, vitamin dan mineral) serta mengandung karbohidrat struktural yang rendah.

Kandungan Nutrien Hydroponic Fodder

Kandungan protein kasar (PK), lemak kasar (LK), *neutral detergent fiber* (NDF), *acid detergent fiber* (ADF), serat kasar (SK) dan *nitrogen free extract* (NFE) *hydroponic fodder* dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan PK kacang hijau adalah yang tertinggi karena kacang hijau termasuk golongan biji-bijian yang berprotein tinggi. *Maize hydroponic fodder* menghasilkan kandungan PK yang cukup tinggi (20,39%), akan tetapi hal tersebut tergantung dari karakteristik

instalasi hidroponik yang digunakan. Informasi kandungan serat direpresentasikan oleh kandungan NDF, ADF dan SK. Kandungan NDF dan ADF *hydroponic fodder* berkisar antara 21,67-56,49% dan 10,90-32,59%. Kisaran kandungan tersebut jauh lebih rendah dibandingkan kandungan NDF rumput lapangan (83,52%; Wahyono *et al.*, 2019) dan jerami sorgum (78,99%; Wahyono *et al.*, 2018). Kandungan ADF *hydroponic fodder* juga lebih rendah dibandingkan rumput lapangan (38,5 – 43,6%; Kondo *et al.*, 2015). Fraksi ADF berkorelasi negatif dengan pencernaan pakan (Kondo *et al.*, 2015; Wahyono *et al.*, 2019), sehingga kandungan ADF yang rendah akan meningkatkan utilisasi nutrisi pada pakan. Fraksi ADF sebagian besar terbentuk dari ikatan selulosa dan lignin. McDonald *et al.* (2010) menyatakan bahwa lignin memiliki sifat resistensi terhadap proses degradasi secara kimia. Hal tersebut akan menghambat proses pencernaan pakan.

Tabel 1. Kandungan nutrisi *hydroponic fodder* dari berbagai komoditas tanaman

<i>Hydroponic Fodder</i>	Kandungan nutrisi (% BK)						Sumber referensi
	PK	LK	NDF	ADF	SK	NFE	
Jagung	10,55	4,62	-	-	5,51	77,52	Ebenezer <i>et al.</i> (2018)
Jagung	20,39	3,23	-	-	19,35	-	Kumalasari <i>et al.</i> (2017)
Sorgum	18,04	4,05	35,70	10,90	16,06	-	Chrisdiana (2018)
Sorgum	17,82	7,26	53,54	32,59	-	-	Wahyono <i>et al.</i> (2020)
Sorgum	10,17	6,13	56,49	32,48	-	-	Wahyono <i>et al.</i> (2018)
<i>Barley</i>	14,67	3,86	35,40	17,15	-	-	Fazaeli <i>et al.</i> (2012)
<i>Barley</i>	18,25	-	52,54	23,63	-	-	Akbag <i>et al.</i> (2014)
<i>Barley</i>	13,89	3,60	35,30	16,20	14,20	-	Gebremedhin <i>et al.</i> (2015)
Gandum	15,53	4,37	21,67	19,51	-	-	Francis <i>et al.</i> (2018)
Kacang hijau	34,71	1,09	-	-	12,02	44,91	Zahera <i>et al.</i> (2015)

Keterangan: protein kasar (PK), lemak kasar (LK), *neutral detergent fiber* (NDF), *acid detergent fiber* (ADF), serat kasar (SK), *nitrogen free extract* (NFE)

Hydroponic fodder juga mengandung enzim pertumbuhan yang tinggi terutama pada periode penanaman tujuh hari (masa germinasi) (Girma and Gebremariam, 2018). Petkova *et al.* (2017) melaporkan bahwa bagian tanaman *hydroponic fodder* yang banyak mengandung enzim adalah pada bagian akar. *Hydroponic fodder* mengandung kadar mineral, vitamin C dan vitamin E yang cukup tinggi (Girma and Gebremariam, 2018). Karakteristik kandungan nutrisi *hydroponic fodder* yang sangat bervariasi tergantung dari perbedaan: komoditas tanaman (Jolad *et al.*, 2018), varietas tanaman (Wahyono *et al.*, 2020), teknis sterilisasi biji (Wahyono *et al.*, 2018), umur panen (Fazaeli *et al.*, 2012; Akbag *et al.*, 2014; Wahyono *et al.*, 2019), tipe media cair yang digunakan (Kumalasari *et al.*, 2017) dan tipe instalasi hidroponik (Lee and Lee, 2015). Jolad *et al.* (2018) menjelaskan bahwa perbedaan komoditas tanaman akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas *hydroponic fodder*. Fodder berbasis jagung menghasilkan nutrisi yang terbaik dibandingkan barley dan gandum. Hal tersebut karena *maize hydroponic fodder* menghasilkan serat rendah yang relatif

dengan biaya produksi. Wahyono *et al.* (2020) melaporkan bahwa varietas tanaman dapat mempengaruhi kualitas *hydroponic fodder* karena perbedaan karakteristik genetiknya.

Utilisasi Hydroponic Fodder Sebagai Pakan

Berdasarkan Tabel 2, utilisasi *hydroponic fodder* sebagai pakan ternak dibagi menjadi fungsi pakan pokok, substitusi dan suplementasi. Penggunaan *hydroponic fodder* sebagai pakan pokok telah diimplementasikan pada sapi potong (Fazaeli *et al.*, 2011), domba (Farghaly *et al.*, 2019) dan kuda (Francis *et al.*, 2018). Pemanfaatan *hydroponic fodder* sebagai pakan hewan besar terbukti tidak menurunkan performa dan mampu meningkatkan pencernaan bahan organik. Akan tetapi, kurang menguntungkan jika ditinjau dari segi ekonomis. Hal tersebut diduga disebabkan oleh dua hal: 1) perlu instalasi modern yang mumpuni untuk menghasilkan biomassa yang tinggi dalam waktu singkat dan 2) perputaran uang yang cukup lama pada usaha ternak besar.

Tabel 2. Performa ternak yang diberi pakan *hydroponic fodder*

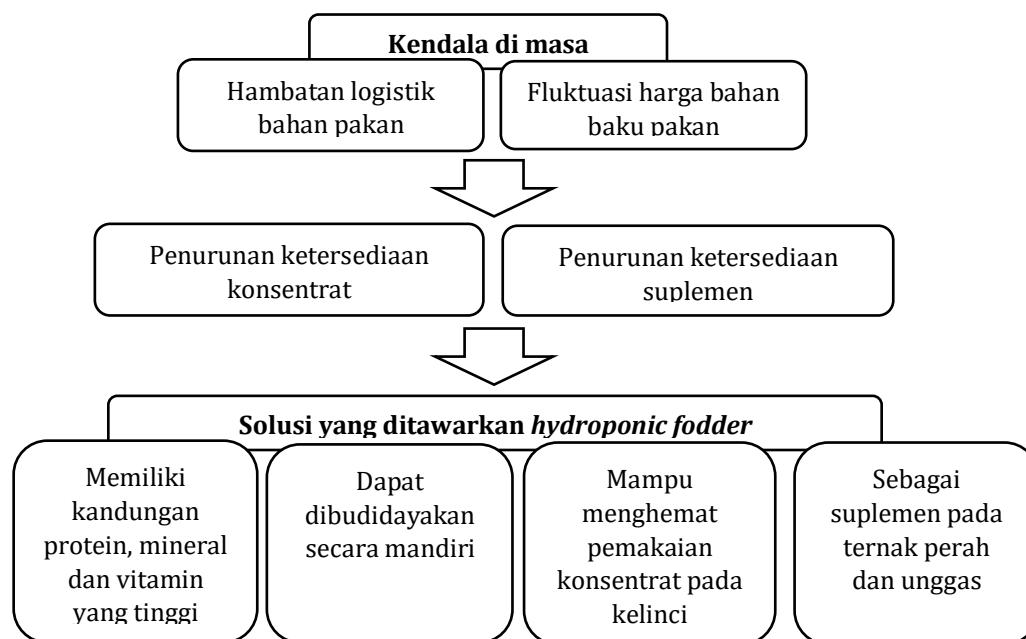
Komoditas ternak	<i>Hydroponic fodder</i>	Konsentrasi dalam ransum	Performa ternak	Sumber referensi
Sapi perah	Jagung	7% <i>maize hydroponic fodder</i> (MHF) dalam ransum	Konsumsi bahan kering meningkat 8,43%	Nugroho <i>et al.</i> (2015)
Sapi potong	<i>Barley</i>	22,80% <i>barley green fodder</i> (BGF) dalam ransum komplet	Konsumsi bahan kering turun, tanpa mempengaruhi performa ternak	Fazaeli <i>et al.</i> (2011)
Domba	<i>Barley</i>	<i>Sprouted barely</i> dikombinasikan dengan konsentrat	Kecernaan bahan organik meningkat (77,26%)	Farghaly <i>et al.</i> (2019)
Kuda	Gandum	<i>Wheat fodder</i> untuk menggantikan penggunaan hay	tidak memberikan efek negatif terhadap metabolisme kuda	Francis <i>et al.</i> (2018)
Kelinci	Jagung	50% <i>hydroponic yellow maize fodder</i> untuk menggantikan penggunaan konsentrat	pertambahan berat badan harian meningkat 56,47%	Ebenezer <i>et al.</i> (2018)
Burung puyuh	<i>Barley</i>	100 g/ekor/hari <i>hydroponic barley sprouts</i> sebagai suplemen pakan	meningkatkan <i>egg laying rate</i> , berat <i>gizzard</i> , berat testis, fertilitas dan daya tetas telur puyuh.	Abouelezz <i>et al.</i> (2019)

Sistem *hydroponic fodder* kurang relevan dari segi ekonomis dengan usaha peternakan *feedlot* (Fazaeli *et al.*, 2011; Fazaeli *et al.*, 2012). Sebagai pakan substitusi, *hydroponic fodder* dapat menggantikan 50% penggunaan konsentrat kelinci komersial (Ebenezer *et al.*, 2018). Lebih lanjut dijelaskan bahwa nilai nutrisi dan palatabilitas yang tinggi pada *hydroponic fodder*, mampu meningkatkan pertambahan berat badan dan *intake* pakan kelinci. Hal tersebut berasosiasi positif dengan rendahnya nilai *feed conversion ratio* (FCR) dan biaya produksi pakan. Suplementasi *maize*

hydroponic fodder mampu menjaga persistensi produksi susu sapi di masa akhir laktasi (Nugroho *et al.*, 2015). Suplementasi *hydroponic fodder* pada ransum burung puyuh mampu meningkatkan performa reproduksi berupa *egg laying rate*, berat *gizzard*, berat testis, fertilitas dan daya tetas telur (Abouelezz *et al.* 2019). Lebih lanjut dijelaskan bahwa kandungan vitamin E yang tinggi pada *barley hydroponic fodder* berasosiasi positif dengan peningkatan angka fertilitas. Girma and Gebremariam (2018) juga melaporkan bahwa *hydroponic fodder* mengandung vitamin E yang tinggi. Absorpsi vitamin E akan lebih optimal pada ternak non ruminansia seperti burung puyuh dan kelinci.

Prospek dan Tantangan Hydroponic Fodder di Masa Pandemi

Pandemi adalah wabah atau kejadian luar biasa yang berpengaruh terhadap segala aspek secara global. Wabah COVID-19 adalah pandemi terbaru yang memberikan dampak negatif bagi dunia peternakan di Indonesia. Hal tersebut disebabkan oleh masih tergantungnya industri peternakan terhadap sarana produksi impor, khususnya pakan. PRISMA (2020) melaporkan bahwa terjadi kelangkaan pakan bernutrisi tinggi (konsentrat) selama masa pandemi. Hal tersebut disebabkan oleh pembatasan alur logistik dan peningkatan harga pokok pakan. Ketergantungan akan bahan pakan impor menyebabkan harga pakan yang fluktuatif tergantung pada fluktuasi nilai tukar rupiah. Program pembatasan berkala yang diterapkan oleh beberapa negara juga menyebabkan suplai bahan pokok pembuatan konsentrat semakin terhambat (FAO, 2020).



Gambar 1. Diagram alir pemikiran *hydroponic fodder* sebagai pakan alternatif di masa pandemi

Sebagai contoh, produksi bungkil kedelai dari beberapa negara produsen minyak kedelai cenderung menurun karena pengaruh penurunan permintaan pasar. Berbagai permasalahan dalam rantai pasok bahan pakan ternak menjadi tantangan bagi teknologi budidaya pakan modern.

FAO (2020) menyatakan bahwa negara-negara berkembang menerima konsekuensi dari penurunan pasokan bahan baku pakan. Kontradiktif dengan hal tersebut, peternakan babi milik rakyat di Indonesia cenderung bertahan karena bahan pakan yang digunakan berasal dari sumber daya lokal (PRISMA 2020). Berdasarkan hal tersebut, faktor kunci untuk mempertahankan usaha peternakan di tengah pandemi adalah dengan mengupayakan penyediaan bahan pakan bernutrisi tinggi secara mandiri. Diagram alir pemikiran *hydroponic fodder* sebagai pakan alternatif di masa pandemi dapat dilihat pada Gambar 1. Tabel 2 menjelaskan bahwa *hydroponic fodder* akan lebih optimal jika diaplikasikan sebagai pakan substitusi bagi ternak kecil (kelinci) dan suplemen bagi ternak besar (sapi perah) serta burung puyuh. Tantangan utama dalam budidaya *hydroponic fodder* menurut Lee and Lee (2015) adalah: 1) instalasi awal membutuhkan biaya yang besar, terutama ketika akan memproduksi biomassa yang tinggi dan 2) perlu kajian lingkungan untuk proses *recycle* media nutrisi cair yang digunakan selama budidaya. Wootton-Beard (2019) melaporkan bahwa tiga permasalahan yang harus dipecahkan dalam budidaya *hydroponic fodder* adalah efektivitas proses, efisiensi budidaya dan kontinuitas sumber daya. Penerapan teknik *hydroponic fodder* di Indonesia juga terkendala oleh stabilitas penyediaan benih tanaman. Sorgum (Wahyono *et al.*, 2018), jagung (Nugroho *et al.* 2015) dan kacang hijau (Zahera *et al.* 2015) adalah beberapa komoditas tanaman yang cocok dikembangkan sebagai *hydroponic fodder* di Indonesia. Akan tetapi, hal tersebut perlu ditinjau dari segi biaya produksi dan pengaruhnya terhadap peningkatan nilai jual produk ternak.

Hydroponic fodder juga dapat diterapkan sebagai pakan fungsional yang memenuhi kebutuhan peternakan berbasis produk organik. Kebutuhan akan produk pangan sehat semakin meningkat di era pandemi. Hal tersebut merupakan peluang besar dalam budidaya *hydroponic fodder* untuk mendukung pertanian-peternakan organik. Girma and Gebremariam (2018) melaporkan bahwa *hydroponic fodder* memiliki keunggulan sebagai hijauan bebas fungisida dan kontaminan lainnya. *Hydroponic fodder* juga lebih ramah lingkungan karena mampu meminimalisir konsumsi air dari sektor pertanian (Jolad *et al.* 2018). Potensi konflik antara lahan budidaya pangan dan pakan juga dapat diminimalisir dengan memanfaatkan lahan sempit dan kurang produktif.

KESIMPULAN/PENUTUP

Hydroponic fodder memiliki karakteristik nutrisi yang tinggi protein, mineral dan rendah serat kasar. Hal tersebut berasosiasi dengan nilai TDN serta pencernaan yang tinggi. Berdasarkan hasil kajian, *hydroponic fodder* optimal digunakan sebagai: 1) pakan pokok bagi kelinci sebagai ternak *hind-gut fermenter* ukuran kecil dan 2) pakan fungsional atau campuran suplemen bagi burung puyuh dan ruminansia (sapi dan domba). *Hydroponic fodder* berpotensi dikembangkan sebagai pakan fungsional alternatif selama pandemi. Hal tersebut ditinjau dari segi kepraktisan, kemandirian dan kualitas nutrisi.

REFERENSI

- Abouelezz, K. F. M., M. A. M. Sayed and M. A. Abdelnabi. 2019. Evaluation of hydroponic barley sprouts as a feed supplement for laying Japanese quail: Effects on egg production, egg quality, fertility, blood constituents, and internal organs. *Animal Feed Science and Technology*. 252: 126–135.
- Akbag, H. I., O. S. Turkmen, H. Baytekin and I. Y. Yurtman. 2014. Effects of harvesting time on nutritional value of hydroponic barley production. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2: 1761–1765.
- Al-Karaki, G. N. and M. Al-Hashimi. 2012. Green Fodder Production and Water Use Efficiency of Some Forage Crops under Hydroponic Conditions. *ISRN Agronomy*. 2012: 1–5.
- Chrisdiana, R. 2018. Quality and Quantity of Sorghum Hydroponic Fodder from Different Varieties and Harvest Time. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*: 1-5.
- Ebenezer, R. J., P. P. T. Gnanaraj, T. Muthuramalingam, T. Devi, A. Bharathidasan and A. S. Sundaram. 2018. Growth performance and economics of feeding hydroponic maize fodder with replacement of concentrate mixture in new zealand white rabbit kits. *Journal of Animal Health and Production*. 6(2): 73–76.
- FAO. 2020. Mitigating the impacts of COVID-19 on the livestock sector. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>, diakses pada tanggal 1 Juni 2020.
- Farghaly, M. M., M. A. Abdullah, I. M. Youssef, I. R. Abdel-Rahim and K. Abouelezz. 2019. Effect of feeding hydroponic barley sprouts to sheep on feed intake, nutrient digestibility, nitrogen retention, rumen fermentation and ruminal enzymes activity. *Livestock Science*. 228: 31–37.
- Fazaeli, H., H. A. Golmohammadi, A. A. Shoayee, N. Montajebi and S. Mosharraf. 2011. Performance of feedlot calves fed hydroponics fodder barley. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 13(3): 367–375.
- Fazaeli, H., H. A. Golmohammadi, S. N. Tabatabayee and M. Asghari-Tabrizi. 2012. Productivity and nutritive value of barley green fodder yield in hydroponic system. *World Applied Sciences Journal*. 16(4): 531–539.
- Francis, J. M., G. Apgar, K. G. Crandell, G. Handlos and E. B. Perry. 2018. The Effects of Hydroponic Wheat Fodder on Fecal Metabolites in Equines. *Journal of Equine Veterinary Science*. 70: 84–90.

- Gebremedhin, W. K., B. G. Deasi and A. J. Mayekar. 2015. Nutritional Evaluation of Hydroponically Grown Barley Fodder. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*. 2(2): 86–89.
- Girma, F. and B. Gebremariam. 2018. Review on Hydroponic Feed Value to Livestock Production. *Journal of Scientific and Innovative Research*. 7(4): 106–109.
- Jolad, R., S. D. Sivakumar, C. Babu and N. Srithran. 2018. Performance of Different Crops under Hydroponics Fodder Production System. *Madras Agricultural Journal*. 105(1–3): 50–55.
- Kondo, M., M. Yoshida, M. Loresco, R. M. Lapitan, J. R. V. Herrera, A. D. D. Barrio, T. Fujihara. 2015. Nutrient Contents and In vitro Ruminant Fermentation of Tropical Grasses Harvested in Wet Season in the Philippines. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 3(12): 694–699.
- Kumalasari, N. R., A. T. Permana, R. Silvia and A. Martina. 2017. Interaction of Fertilizer, Light Intensity and Media on Maize Growth in Semi-Hydroponic System for Feed Production. In *The 7th International Seminar on Tropical Animal Production*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lee, S., and J. Lee. 2015. Beneficial bacteria and fungi in hydroponic systems: Types and characteristics of hydroponic food production methods. *Scientia Horticulturae*. 195: 206–215.
- Mcdonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair and R. G. Wilkinson. 2010. *Animal Nutrition* (7th Ed). Pearson. London
- Nugroho, H. D., I. G. Permana and Despal. 2015. Utilization of Bioslurry on Maize Hydroponic Fodder as a Corn Silage Supplement on Nutrient Digestibility and Milk Production of Dairy Cows. *Media Peternakan* 38(April): 70–76.
- Petkova, M. 2017. Hydroponic Green Fodder - Nutritional Potential Found in Bulgaria. *EC Nutrition*. 10(1): 15–17.
- PRISMA. 2020. Survey on the Impact of COVID-19 in Agriculture – Livestock Farmers. <http://www.aip-pisma.or.id>, diakses 2 Juni 2020.
- Wahyono, T., S. N. W. Hardani and I. Sugoro. 2018. Low Irradiation Dose for Sorghum Seed Sterilization: Hydroponic Fodder System and In Vitro Study. *Buletin Peternakan*. 42(3): 215–221.
- Wahyono, T., H. Khotimah, W. Kurniawan, D. Ansori and A. Muawanah. 2019. Karakteristik Tanaman Sorghum Green Fodder (SGF) Hasil Penanaman Secara Hidroponik yang Dipanen pada Umur yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis*. 6(2): 166–174.
- Wahyono, T., I. Sugoro, A. Jayanegara, K. G. Wiryawan and D. A. Astuti. 2019. Nutrient Profile and In vitro Degradability of New Promising Mutant Lines Sorghum as Forage in Indonesia. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 7(9): 810–818.
- Wahyono, T., D. Sukandar, R. K. Dewi, W. Kurniawan and Sihono. 2020. Pengaruh Perbedaan Varietas terhadap Profil Tanaman Sorghum Green Fodder yang Ditanam Secara Hidroponik. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis*. 7(2): 101–109.
- Wootton-Beard, P. 2019. Producing fodder crops using hydroponics. *Farming Connect*.
- Zahera, R., I. G. Permana and Despal. 2015. Utilization of Mungbean's Green House Fodder and Silage in the Ration for Lactating Dairy Cows. *Media Peternakan*. 38(2): 123–131.