

**TENAGA METABOLISMA DI DALAM CENGERIK (*Archeta
domesticus*) UNTUK AYAM PEDAGING**

NUR NAIEMAH BINTI SAFFI

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA
SAINS PERTANIAN DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM PENGELUARAN TERNAKAN
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2017**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN TESIS

JUDUL: TENAGA METABOLISMA DI DALAM CENGERIK (Arehefa domesticus)
UNTUK AYAM PEDAGING

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS PERTANIAN DAN KEPUJIAN (PENGELUARAN
TERNAKAN)

SAYA: NUR NAIEMAH BINTI SAPPI SESI PENGAJIAN: 2013-2017
 (HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (✓)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh:

NURULAIN BINTI ISMAIL

PUSTAKAWAN KANAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: 285 A KAMPUNG
BATU ENAM, JLN KELANTAN
21200, K. TRG, TRG

TARIKH: 11.01.17

(NAMA PENYELIA)

TARIKH: 11.01.17

PROF. MADYA DR. SUPARJO NOORDIN MOKHTAR

PENSYARAH

FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UMS KAMPUS SANDAKAN

Catatan:

*Potong yang tidak berkenaan.

*Jika tesis ini SULIT dan TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

*Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara Penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Saya juga mengakui bahawa disertasi ini tidak pernah atau sedang dihantar untuk perolehi ijazah dari universiti ini atau mana universiti yang lain.



Nur Naiemah Binti Saffi

BR13110139

13 JANUARY 2017



DIPERAKUKAN OLEH

1. Prof. Madya Dr. Suparjo Noordin bin Mokhtar
PENYELIA

Suparjo

PROF. MADYA DR. SUPARJO NOORDIN MOKHTAR
PENSYARAH
FAKULTI PERTANIAN LESTARI
UMS KAMPUS SANDAKAN



PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan rasa syukur terhadap Ilahi kerana memberi saya peluang dan kekuatan untuk menyiapkan disertasi ini. Saya juga ingin menyatakan rasa syukur terhadap ibu bapa saya iaitu Saffi bin Omar dan Senik binti Mat Ali yang telah banyak membantu saya dengan memberi sokongan mental dan fizikal serta kewangan untuk menyiapkan disertasi ini. Tidak lupa kepada ahli keluarga yang selalu memberi kata-kata semangat kepada saya.

Ribuan terima kasih kepada penyelia saya, Professor Madya Dr. Suparjo Noordin kerana sudi membantu dan berkongsi ilmu beliau dalam melengkapkan disertasi ini. Saya berbesar hati kerana berpeluang mendapatkan pengalaman yang berharga dari beliau ketika projek tahun akhir sedang berjalan.

Selain itu, terima kasih kepada semua tenaga pensyarah yang telah banyak membantu dan mengajar saya dalam menyiapkan disertasi ini. Tidak lupa kepada kakitangan makmal dan ladang Fakulti Pertanian Lestari kerana bertungkus lumus telah menyediakan keperluan saya untuk projek akhir tahun ini dengan baik.

Ribuan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang turut sama-sama menyiapkan projek tahun akhir. Terima kasih kerana telah membantu saya dari aspek kewangan dan mental ketika menyiapkan disertasi ini. Jutaan terima kasih kepada NurHidayah binti Jantan, NurAzureen binti Mustafakamal dan Muhammad Fitri kerana telah membantu saya ketika menyiapkan analisa proksimat yang diperlukan.



TENAGA MEABOLISMA DI DALAM CENGERIK UNTUK AYAM PEDAGING

ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan di Fakulti Pertanian Lestari, Universiti Malaysia Sabah, Kampus Sandakan untuk mengkaji potensi nilai nutrisi cengkerik sebagai makanan ayam. Objektif ini kajian untuk mengetahui nilai tenaga metabolisma dan komposisi kimia seperti ADF, ADL, AIA, NDF dan abu. Umumnya, tenaga diperlukan untuk proses metabolik dan aktiviti haiwan. Tidak semua tenaga yang terdapat dalam makanan (tenaga kasar) digunakan oleh haiwan. Sebahagian dari tenaga makanan dikenali sebagai tenaga metabolisma (ME). Tenaga ini menjadi asas dalam kawalan kualiti makanan dan formulasi diet. Sebanyak tiga sampel digunakan untuk mendapat nilai purata analisis yang tepat. Dengan menggunakan Microsoft Excel 2010, nilai purata tenaga kasar cengkerik dan tenaga kasar ileal dikira untuk mendapatkan purata nilai tenaga metabolisme cengkerik. Tenaga metabolisma cengkerik adalah 4.8 kcal/g lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai tenaga kacang soya (2.15 kcal/g) yang telah dinyatakan oleh Ismasyahir et al., 2012. Berdasarkan nilai tenaga metabolisma antara cengkerik dan kacang soya, cengkerik boleh dijadikan sumber protein dalam diet temakan.



METABOLISMA ENERGY IN CRICKETS FOR BROILER CHICKEN

ABSTRACT

The study was conducted at the Faculty of Sustainable Agriculture, Universiti Malaysia Sabah, Sandakan Campus to study the potential nutritional value cengkerit as chicken feed. The objective of this study is to investigate the energy metabolism and chemical composition such as ADF, ADL, AIA, NDF and ash. Generally, the energy needed for metabolic processes and activities of animals. Not all the energy contained in food (gross energy) is used by animals. Some of an energy content in food known as metabolism energy (ME). This energy is the basis for the quality control of food and diet formulation. Three samples were used to obtain the average value of analysis. By using Microsoft Excel 2010, the average gross energy of cricket and dried ileum was calculated to obtain the average value of the metabolism energy of crickets. Metabolism energy of crickets is 4.8 kcal/g higher than the energy value of soybean (2.15 kcal/g) which was presented by Ismasyahir *et al.*, 2012. Based on the metabolism energy of the crickets and soy bean meals, crickets can be used as a source of protein in livestock diets.



ISI**MUKASURAT**

PENGAKUAN	i
DIPERAKUKAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
ISI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SIMBOL, UNIT, SINGKATAN	x
SENARAI FORMULA	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Pengenalan	3
1.2. Justifikasi	3
1.3. Objektif	3
1.4. Hipotesis	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1. Serangga sebagai makanan haiwan	5
2.2. Cengkerik sebagai makanan poltri	7
2.3. Jenis-jenis cengkerik	
2.3.1. Cengkerik rumah, <i>Acheta domesticus</i> (<i>Gryllus: Gryllidae</i>) (<i>L</i>)	7
2.3.2. Cengkerik padang, <i>Gryllus</i> sp. (<i>Gryllidae: Gryllinae</i>)	8
2.3.3. Cengkerik mole (<i>Gryllotalpidae</i>)	8
2.4. Kitaran hidup cengkerik	9
2.5. Kacang soya	9
2.5.1. Nutrien Kacang Soya	9
2.6. Sistem Pencernaan Ayam	10
2.7. Kandungan Tenaga dan Serat	12
BAB 3 METODOLOGI	
3.1. Lokasi dan spesifikasi eksperimen	13
3.2. Penentuan kelembapan dan bahan kering	14
3.3. Penghadaman ileal	14



3.4. Tenaga Metabolisma	14
3.5. Analisis Abu	14
3.6. Analisis ADF	15
3.7. Analisis ADL	16
3.8. Analisis AIA	16
3.9. Analisis NDF	17
3.10. Analisis Statik	17
BAB 4 KEPUTUSAN	
4.1 Komposisi analisis proksimat	18
4.2 Tenaga kasar	18
4.3 Tenaga metabolisma	19
4.4 Bahan Kering	20
4.5 Abu	21
4.6 ADF, NDF, ADL	22
BAB 5 PERBINCANGAN	
5.1 Kandungan Bahan Kering	23
5.2 Nilai Tenaga	23
5.3 Kandungan Serat	24
KESIMPULAN	25
RUJUKAN	26
LAMPIRAN	28



SENARAI JADUAL

Jadual		Muka Surat
1	Pengiraan bahan kering	28
2	Pengiraan tenaga kasar	28
3	Pengiraan abu	29
4	Pengiraan serat ditergen neutral	29
5	Pengiraan serat ditergen asid	29
6	Pengiraan lignin ditergen asid	30
7	Pengiraan abu tidak larut asid	30



SENARAI RAJAH

Rajah		Mukasurat
2.3.1	Cengkerik rumah, <i>Archeta domesticus</i>	7
2.3.2	Cengkerik padang, <i>Gryllus</i> sp.	7
2.3.3	Cengkerik mole, <i>Gryllotalpidae</i>	8
2.6	Saluran pencernaan ayam	10
4.1	Kandungan tenaga kasar cengkerik dan kacang soya	18
4.2	Kandungan tenaga metabolisma cengkerik dan kacang soya	19
4.3	Kandungan bahan kering cengkerik dan kacang soya	20
4.4	Kandungan abu cengkerik dan kacang soya	21
4.5	Kandung analisis ADF, NDF, ADL bagi cengkerik dan kacang soya	22



SENARAI SIMBOL, UNIT, DAN SINGKATAN

kcal	kilocalorie
cal	Calorie
g	Gram
Kg	Kilogram
Mm	Milimeter
Cm	Centimetre
M	Meter
°C	Degree celcius
zn	Zat besi
K	kalium
Na	sodium
ADF	Serat ditergen asid
ADL	Lignin ditergen asid
AIA	Abu tidak larut asid
NDF	Serat ditergen neutral
GE	Tenaga kasar
ME	Tenaga metabolisma



SENARAI FORMULA

Formula	Mukasurat
<p>3.2</p> <p><i>Bahan kering, % = $\frac{(W1 - W3)}{W2} \times 100$</i></p> <p>Dimana: W1 = Berat mangkuk pijar (kering) W2 = Berat sampel W3 = Berat mangkuk pijar+ sampel (selepas pengeringan)</p>	13
<p>3.4</p> <p><i>ME (kcal) = Tenaga kasar rawatan – tenaga kasar ileal</i></p>	14
<p>3.5</p> <p><i>Abu, % = $\frac{[(W1 + W2) - W3]}{W2} \times 100$</i></p> <p>W1 = Berat pijar W2 = Berat sampel W3 = Berat pijar + sampel dibakar</p>	15
<p>3.6</p> <p><i>ADF, % = $\left[W3 - \frac{(W1 \times C1)}{W2} \right] \times 100$</i></p> <p>W1 = Berat bag serat W2 = Berat sampel W3 = Berat kering bag dengan serat selepas ADF proses C1 = Pembedulan berat bag kosong (W3/W1)</p>	15
<p>3.7</p> <p><i>ADL, % = $\left[W3 - \frac{W1 \times C1}{W2} \right] \times 100$</i></p> <p>W1 = Berat bag serat W2 = Berat sampel W3 = Berat kering bag dengan serat selepas proses ADL C1 = Pembedulan berat bag kosong (W3/W1)</p>	16
<p>3.9</p> <p><i>NDF, % = $[W3 - (W1 \times C1)/W2] \times 100$</i></p> <p>W1 = Berat bag serat W2 = Berat sampel W3 = Berat kering bag dengan serat selepas ADL proses C1 = Pembedulan berat bag kosong (W3/W1)</p>	17

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Pengenalan

Bekalan makanan merupakan satu keperluan yang sangat penting dalam pembangunan sebuah negara mengikut Dasar Jaminan Bekalan Makanan (DJBM, 2008). Pelbagai usaha telah dilakukan untuk memastikan makanan yang mencukupi seperti menyediakan pelbagai tanaman dan ternakan yang berkualiti tinggi dan mempunyai kos pengeluaran yang lebih rendah. Jabatan Perkhidmatan Veterinar (DVS) menyatakan bahawa makanan ternakan mengambil 60-70% daripada jumlah kos pengeluaran dalam industri ternakan di Malaysia. Kos makanan untuk ternakan yang dijual di Malaysia adalah agak tinggi dan beberapa faktor boleh menyumbang kepada harga yang kadang-kadang dapat dikawal hasil ternakan.

Antara faktor yang menyumbang kepada kos yang tinggi adalah Malaysia mengimport kebanyakan bahan mentah dari negara-negara seperti Amerika Syarikat, Amerika Selatan, China dan negara-negara Eropah. Bahan-bahan mentah seperti jagung, soya, dan beberapa bijirin yang lain merupakan bahan-bahan utama dalam makanan ternakan terutamanya ternakan ayam dan babi yang merupakan salah satu industri ternakan terbesar di negara ini. Kebergantungan Malaysia terhadap bahan-bahan yang diimport menyebabkan harga pengeluaran sebahagian besarnya dikuasai oleh pengeluar.

Pada tahun 2008, 3,531.900 tan makanan haiwan (RM 4,426,935,000) diimport dari negara-negara lain (DVS, 2008; DVS, 2012). Contoh bahan-bahan makanan yang diimport termasuk bijirin, protein haiwan seperti makan gluten jagung dan kacang soya (FAO, 2014). Ia merangkumi nilai pengeluaran yang besar untuk pengimportan



makanan haiwan dari negara-negara lain dan hanya 20-30% daripada makanan haiwan dikeluarkan dalam negara termasuk sisa-sisa tanaman dan agro-industri oleh-produk seperti pelepah kelapa sawit (OPF), dedak isirong sawit (PKC) dan dedak beras.

Pengeluar makanan ternakan monogastrik sentiasa membincangkan profil asid amino kerana tahap keperluan asid amino adalah focus dalam diet pengeluaran ternakan. Juga, bahan-bahan pengeluaran belum ditentukan sepenuhnya (FAO, 2014). Asid amino tambahan atau bahan-bahan protein yang lain perlu dibekalkan bagi memaksimumkan prestasi ternakan. Namun, pengeluar makanan ikan tempatan hanya membekalkan 17% daripada jumlah keperluan berbanding makanan ikan yang diimport daripada luar negara. Produk tempatan yang dihasilkan tidak berkualiti berbanding produk yang diimport kerana kandungan protein yang lebih rendah daripada 55% (Raghavan, 2000). Pengeluaran makanan ikan tempatan juga tidak memihak kepada perkembangan ekonomi kerana pengeluaran tersebut bergantung kepada bekalan sisa-sisa ikan. Industri ikan tempatan tidak mempunyai kapasiti yang besar bagi menghasilkan bekalan makanan ikan dan kegunaan manusia. Justeru, penternak tempatan lebih memilih makanan ikan yang diimport kepada ternakan mereka.

Oleh itu, sumber-sumber protein alternatif untuk ternakan di negara ini perlu diterokai dan dikaji supaya ia boleh menggantikan bahan makanan ternakan yang diimport. Antara sumber protein yang berpotensi yang boleh menggantikan kacang soya dan makanan ikan adalah protein serangga. Serangga boleh digunakan untuk menghasilkan protein yang lebih murah berbanding sumber yang lain. Malah, kandungan protein dalam serangga sangat tinggi sebanyak 44-70% (Ramos-Elorduy, 1987). Antara serangga tempatan yang mempunyai potensi untuk digunakan sebagai sumber protein untuk diet ayam adalah cengkerik. Cengkerik boleh disesuaikan dengan penternakan tempatan dan telah dikaji secara serius sebagai sumber potensi nutrien untuk ternakan bukan ruminan di negara ini. Kajian menyeluruh mengenai potensi makanan berasaskan cengkerik sebagai sumber protein untuk ayam atau spesies ternakan lain belum atau tidak pernah dijalankan. Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji komposisi kimia di dalam cengkerik dan potensi nilai nutrisi cengkerik sebagai makanan ayam.

1.2. Justifikasi

Dengan populasi penduduk yang semakin meningkat, kejadian bencana alam dan kadar inflasi tanpa kawalan telah memaksa industri makanan haiwan memperbaharui strategi dalam mengendalikan pemakanan haiwan. Dengan adanya makanan alternatif dan bahan-bahan tambahan seperti protein dalam makanan ternakan, ia dapat mengatasi masalah yang dinyatakan sebelum ini. Ini membolehkan pergantungan Malaysia terhadap bahan import dapat dikurangkan.

Sumber-sumber protein boleh didapati dari haiwan dan serangga. Salah satu serangga yang boleh dijadikan sumber protein atau makanan tambahan ternakan adalah cengkerik. Ia mudah didapati dimana-mana tempat dan ini akan mengurangkan kos makanan ternakan kerana ia tidak perlu diimport dari luar negara.

1.3. Objektif

1. Mengkaji nilai tenaga metabolisme sebenar cengkerik yang diberi makan ayam pedaging
2. Mengkaji kandungan serat dalam cengkerik yang boleh mengganggu sistem penghadaman ayam pedaging

1.4. Hipotesis

- a. H_0 : tiada perbezaan tenaga metabolisma cengkerik berbanding tenaga metabolisma kacang soya
 H_a : terdapat perbezaan antara tenaga metabolisma cengkerik dan kacang soya
- b. H_0 : tiada perbezaan kandungan serat cengkerik berbanding kandungan serat kacang soya
 H_a : terdapat perbezaan kandungan serat cengkerik antara kandungan serat kacang soya

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1. Serangga sebagai makanan haiwan

Menurut Petubuhan Pertanian dan Makanan, dunia akan menghasilkan lebih banyak makanan pada tahun 2050 yang beranggapan peningkatan sebanyak 70%. Mengikut Persekutuan Industri Makanan Antarabangsa, permintaan produk pedaging seperti ayam, babi dan lembu akan terus berganda dan ini menimbulkan cabaran kepada global dalam menyediakan kapasiti bekalan makanan yang mencukupi. Bagi memenuhi permintaan tersebut, penyediaan sumber protein dalam menghasilkan makanan ternakan sangat tinggi. Walau bagaimanapun, mengikut Kesatuan Eropah, penggunaan protein haiwan dalam menghasilkan makanan haiwan adalah dilarang kerana undang-undang "Transmissible Spongiform Encephalopathy" TSE, ketersediaan tanah di peringkat global bagi penanaman soya adalah terhad, manakala eksploitasi yang berlebihan terhadap sumber marin telah mengurangkan penghasilan sisa makanan ikan yang berkualiti.

Bagi prospek di Malaysia, kebergantungan Malaysia terhadap bahan import seperti kacang soya dan sumber jagung semakin bertambah walaupun ada pengeluaran makanan ternakan tempatan. Kebarangkalian ini disebabkan nilai produk tempatan yang lebih rendah dan mahal berbanding produk import yang lebih berkualiti. Kos yang tinggi dan kekurangan bahan makanan terutamanya sumber protein seperti kacang soya, hampas kacang tanah dan sisa makanan ikan faktor utama pengurangan terhadap pengeluaran ayam komersial (Adeniji, 2007). Hassan et al. (2009)



menegaskan bahawa kos bahan-bahan makanan telah semakin meningkat kerana perkembangan ladang ternakan yang meningkat. Pada masa ini, permintaan bagi sisa makanan ikan yang bergred atau berkualiti telah melebihi sumber yang ada. Oleh itu, Gabriel it al. (2007) berpendapat bahawa keluaran tempatan makanan menggunakan bahan-bahan tempatan yang sedia ada akan mengurangkan kos pengeluaran ternakan.

Kekurangan sumber protein dan permintaan yang tinggi terhadap makanan berasaskan daging, memerlukan sumber alternatif selain makanan ternakan yang berasaskan sisa ikan. Justeru, serangga boleh menjadi sumber gantian kepada sumber protein yang telah ada. Kebanyakan negara-negara membangun menghadapi kesukaran kekurangan protein haiwan yang menjejaskan tahap pengambilan protein menyebabkan kekurangan zat makanan (Das it al., 2009). Hasilnya, serangga adalah alternatif yang baik kerana mereka dimakan di seluruh dunia (Melo it al., 2011). Protein adalah sumber nutrien yang amat penting dalam diet ayam dan berguna dalam menyelenggara dan membaiki tisu untuk organisma untuk membolehkan pertumbuhan dan pembangunan (Bondari dan Sheppard, 1981) yang betul. Serangga seperti belalang, cengkerik dan cacing mophane (juga dikenali tempatan sebagai Phane) mudah dituai dan digunakan sebagai sumber protein dalam diet ayam.

2.2. Cengkerik sebagai makanan poltri

Serangga boleh digunakan untuk menghasilkan protein yang lebih murah dari haiwan bukan makanan. Serangga kaya dengan protein, dengan kandungan protein dilaporkan antara 44-70 peratus (Ramos-Elorduy, 1987). Salah satu serangga tempatan yang berpotensi untuk digunakan sebagai sumber protein untuk diet ayam adalah cengkerik. Cengkerik biasanya digunakan sebagai umpan memancing dan makanan untuk burung, reptilia dan ikan akuarium.

Mengikut Ismasyahir it al. (2012), bahan kering cengkerik adalah 89.55% lebih tinggi sedikit berbanding kacang soya dan makanan ikan dengan nilai 89.45% dan 89.50% mengikut urutan. Bagi tenaga TME, nilai tenaga cengkerik mempunyai 13.03 MJ/kg lebih tinggi berbanding kacang soya (9.06 MJ/kg) dan lebih rendah jika dibandingkan dengan makanan ikan (15.00 MJ/kg).

DeFoliart it al. (1982) melaporkan bahawa kriket jagung (*Anabrus simplex Haldeman*) mempunyai purata berat kering (jantan dan betina) sebanyak 1.08 g dan

kandungan protein kasar adalah 58%. Tambahan pula, kandungan protein kasar bagi cengkerik *B.membranaceus* adalah 25.8% (betina) dan 32.4% (jantan). Selain itu, kandungan karbohidrat bagi cengkerik jantan adalah lebih rendah (489 g / kg) berbanding dengan cengkerik betina (548 g / kg). Kandungan lemak bagi betina dan jantan adalah masing-masing 32 dan 53 g / kg, manakala bagi kandungan serat untuk jantan dan betina adalah 85 dan 80 g / kg (Adeyeye dan Awokunmi, 2010).

Kandungan tenaga kasar makanan cengkerik adalah di antara 3.585 mcal (jantan) ke 3.824 mcal (betina) yang baik berbanding dengan nilai bijirin (3.107-3.824 mcal / kg). *Brachytrypes membranaceus* adalah sumber yang baik dengan kandungan zat besi (Zn) adalah 515 - 1032 mg / kg, kalium (K) adalah 746 - 1122 mg / kg, sodium (Na) adalah 1037 - 2226 mg / kg dan fosforus (P) adalah 10880 -10.936 mg / kg. Ini menunjukkan cengkerik *B. membranaceus* merupakan sumber protein yang baik, karbohidrat dan tenaga, serta mineral. Finke et al. (1985) menilai kualiti protein cengkerik Mormon (*Anabrus simplex Haldeman*) dalam diet ayam pedaging dan mendapati bahawa diet kriket jagung lebih baik berbanding makanan diet jagung dan kacang soya tanpa perbezaan ketara dalam berat badan atau nisbah makanan.

Cengkerik mempunyai 58.3% protein kasar secara kering. Kandungan lemak dan tenaga cengkerik lebih tinggi berbanding kacang soya, dan sisa makanan ikan, Wang it al. (2005). Kandungan kitin serangga ini adalah 8.7%. Ifie et al. (2011) mendapati bahawa larva *O. Monoceros* mempunyai 36.45% protein kasar (berat kering), 34% lemak mentah, 10.5% lemak kasar dan 4.0% kandungan abu. Abu yang terkandung adalah masing-masing 440,0 mg / 100 g, 175,0 mg / 100 g, 85.00 mg / 100 g dan 38.40 mg / 100 g Na, Mg, Fe dan K. Penghadaman protein didapati 58.05%. Nilai-nilai ini menunjukkan bahawa cengkerik boleh dijadikan sebagai sumber alternatif protein dan lain-lain nutrien makanan tambahan dalam diet manusia dan haiwan.

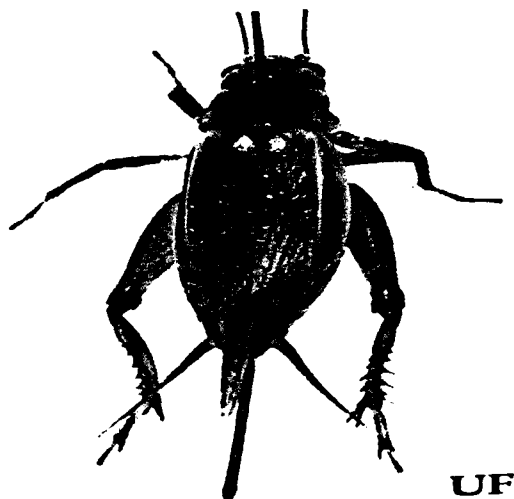
Jumlah profil asid amino untuk cengkerik dan sumber protein makanan ikan mendapati bahawa asid amino peratusan cengkerik adalah lebih tinggi berbanding dengan sumber protein makanan ikan. Lysine, methionine dan cysteine adalah masing-masing 4.79%, 1.93% dan 1.01% dalam cengkerik berbanding 4.51%, 1.59% dan 0.49% dalam makanan ikan (Wang it al. 2005). Nilai-nilai ini menunjukkan bahawa cengkerik boleh menjadi sumber protein dalam diet ayam. Malah sistem penghadaman asid amino cengkerik lebih cepat berbanding sumber protein yang lain. Purata jumlah pekali penghadaman asid amino cengkerik adalah lebih tinggi (92.9%) berbanding

dengan sumber protein makanan ikan (91.3%). Ini menunjukkan bahawa di samping kandungan protein yang tinggi, ia juga mempunyai jumlah asid amino yang tinggi. Komposisi asid amino sampel *B. membranaceus* juga menunjukkan bahawa jumlah asid amino penting adalah setanding dengan susu, daging lembu dan telur (Adeyeye dan Awokunmi, 2010). Tambahan pula, jumlah asid amino penting yang dilaporkan lebih tinggi dalam semua sampel cengkerik antara 288.5 hingga 339.7 mg / g protein (dengan histidine) dan 267.9 hingga 316.8 mg / g protein (tanpa histidine).

2.3. Jenis-jenis cengkerik

2.3.1. Cengkerik rumah, *Acheta domesticus* (*Gryllus: Gryllidae*) (L.)

Cengkerik rumah adalah 18 hingga 20 mm panjang, kuning-coklat, dengan tiga kumpulan gelap di kepala. Mereka boleh hidup di luar rumah dalam cuaca panas, terutama di sekitar tempat pembuangan sampah, tetapi akan menyerang rumah-rumah pada musim luruh. Spesies ini boleh hidup selama-lamanya di dalam bangunan. Ia berlaku dalam rumah dalam panas, kawasan gelap seperti di belakang papan, retak atau celah. Telur yang disimpan secara tunggal di kawasan itu. Mereka sering hadir di sekitar tempat perapian, dapur, dan bawah tanah.

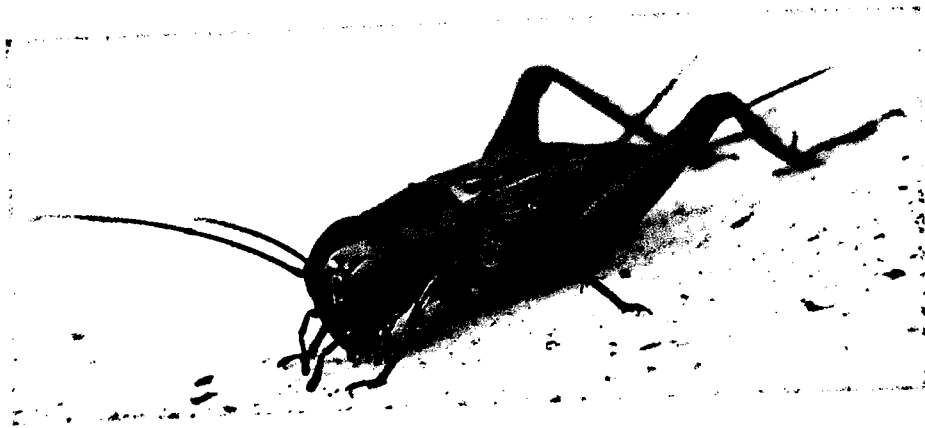


Sumber : Paul M. Choate, Universiti Florida 2005

2.3.2 Cengkerik Padang, *Gryllus* sp. (*Gryllidae: Gryllinae*)

Cengkerik Padang adalah 17 hingga 20 mm panjang dan hitam. Cengkerik ini bertelur di dalam tanah dan mencapai kematangan pada akhir bulan Julai dan Ogos. Terdapat satu generasi setahun. Tidak seperti cengkerik rumah yang boleh

menyesuaikan diri dengan keadaan tertutup, cengkerik ini akan mati apabila musim sejuk.



Sumber : Ted Kroplewnicki 2013

2.3.3. Cengkerik mole (*Gryllotalpidae*)

Cengkerik ini adalah 25 hingga 50 mm panjang dan biasanya coklat atau hitam. Ia memakan akar dan batang herba. Mereka boleh menyebabkan kerosakan rumput ketika mengorek lubang berhampiran permukaan tanah dan memotong akar umbi. Kadang-kadang spesies ini masuk ke dalam bawah tanah melalui kerosakan dinding oleh akar pokok atau tingkap bawah tanah. Mereka juga boleh merosakkan buah strawberi dan buah-buahan lain yang menyentuh tanah.



Sumber: Robert Lord Zimlich, 2009

2.4 Kitaran hidup cengkerik

Kitaran hidup cengkerik boleh dibahagikan kepada dua kategori asas iaitu bermusim dan tidak bermusim (Alexander, 1968). Kitaran hidup cengkerik bergantung

kepada persekitaran yang melibatkan tindak balas fisiologi yang seragam dengan kitaran luar biologi. Seperti organisma yang lain, cengkerik menunjukkan tahap toleransi yang berbeza bergantung kepada persekitaran dan peringkat. Ini disebabkan oleh perubahan dalam sains, struktur, kelakuan atau fungsi fisiologi dan keperluan sumber yang berbeza. Kitaran ini perlu disesuaikan dengan ciri-ciri fisiologi dan ekologi untuk membentuk sistem kitaran hidup cengkerik yang sesuai.

2.5 Kacang soya

Kacang soya adalah sumber protein yang digunakan dalam diet pemakanan haiwan ternakan. Ia mewakili dua pertiga daripada jumlah pengeluaran dunia bahan makanan protein, termasuk semua makanan lain utama yang lain termasuk sumber protein makanan ikan. Ia mempunyai nilai makan yang piawai dan memang sukar ditandingi jika dibandingkan sumber yang lain (Cromwell, 1999). Pada tahun 2014, pengeluaran kacang soya adalah mencapai 190 juta tan dan 62.5% digunakan untuk diet ternakan (Faostat, 2016). China, Amerika Syarikat, Argetina, dan Brazil merupakan pengeluar utama kacang soya kepada dunia. Eropah adalah pengimport yang paling penting dalam kacang soya diikuti oleh negara-negara Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, Thailand dan Filipina. Mengikut sumber (Booth, 2015), negara Eropah menggunakan 61% sumber protein dari kacang soya untuk deit ternakan.

2.5.1. Nutrien Kacang Soya

Kacang soya adalah sumber utama protein untuk poltri kerana mempunyai protein dan asid amino yang berkualiti. Pengambilan diet kacang soya mempunyai imbalan yang baik kecuali metionin sintetik (Waldroup et al., 2008). Sebanyak 25% kacang soya digunakan dalam diet pemakanan anak ayam, 30-40% dalam ayam pedaging dan ayam penelur (Willis, 2003; McDonald et al., 2002; Ewing, 1997). Kacang soya mempunyai kandungan protein sebanyak 43-53% dan serat mentah yang rendah iaitu kurang daripada 3%. Ia mempunyai keseimbangan asid amino yang sangat baik dan mengandungi jumlah yang tinggi bagi kandungan lisin, triptofan, threonine dan isoleucine.

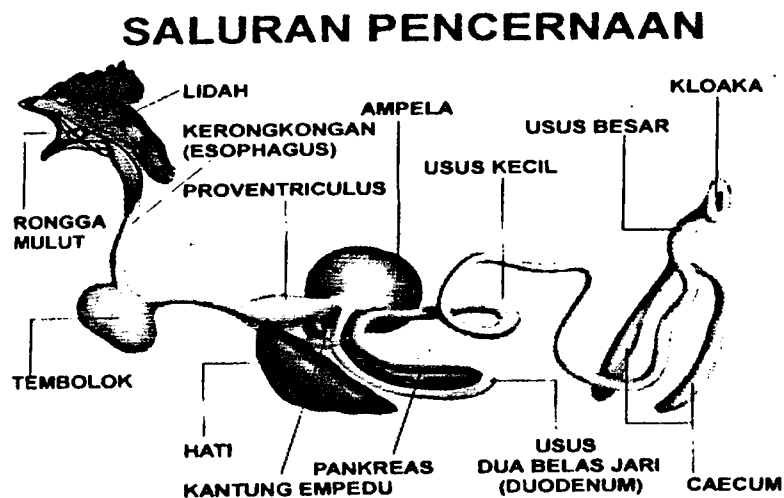
Asid amino yang tinggi diperlukan untuk penghadaman ayam dan babi (Sauvant et al., 2004). Kandungan oligosakarida seperti raffinosa dan stakiosa tidak boleh dihadam oleh ternakan monogastric kerana kekurangan alfa-galactosida. Dalam ayam, oligosakarida ini telah mengurangkan penghadaman serat dan mengurangkan

kadar tenaga metabolisma (Parsons it al, 2000;. Coon it al, 1990;. Rackis, 1975 dan Reddy, 1984 dipetik oleh Zuo it al ., 1996). Kacang soya mempunyai sumber vitamin B yang rendah dan menyebabkan masalah pembiakan dan produktiviti ayam (McDonald it al., 2002).

2.6. Sistem Pencernaan Ayam

Ayam mempunyai sistem pencernaan yang berkesan jika dibandingkan dengan spesies lain seperti lembu, kambing dan lain-lain. Ketika proses ovulasi, spesies burung lebih mampu untuk terbang dan terus hidup kerana mempunyai sistem penghadaman yang berkesan dan berat badan ringan. Untuk mencapai produktiviti yang tinggi, diet pemakanan yang berkualiti tinggi diperlukan. Diet makanan yang berkualiti tinggi memberi kesan penghadaman yang baik kerana mempunyai struktur yang mudah dihadam oleh sistem pencernaan ayam.

Saluran pencernaan ayam adalah penting untuk menukarkan makanan yang dimakan kepada nutrien yang diperlukan oleh badan mereka untuk proses pertumbuhan dan pengeluaran (telur). Makanan yang dimakan akan membentuk komponen asas dengan cara mekanikal dan tindak balas kimia dalam badan.



Sumber: <https://febriayatimatul96.wordpress.com/2015/01/29/sistem-pencrnaan-pada-ayam/>

2.7. Kandungan Tenaga dan Serat

Diet poltry terdiri dari beberapa bahan makanan seperti bijirin, kacang soya, makanan produk-haiwan, lemak dan vitamin. Bahan ini bersama dengan air

menyumbangkan nutrien seperti asid amino, karbohidrat, lemak, mineral, vitamin dan tenaga untuk pertumbuhan burung, pembiakan dan kesihatan. Kawalan kualiti makanan haiwan berdasarkan analisis kimia untuk menentukan komposisi nutrien seperti tenaga kasar, protein dan lain-lain. Namun, keputusan analisis kimia diragui kerana ia dipengaruhi oleh rawatan fizikal dan kimia seperti enzim dan haba yang amat mempengaruhi sistem pencernaan dan nutrien sedia ada dalam haiwan (Boisen, 2000; Palic et al., 2009). Unit tenaga adalah kilokalori (kcal) atau kilojoule (kJ), manakala 1 kcal adalah sama dengan 4,184 kJ (NCR, 1994).

Antara parameter yang penting dalam menentukan kualiti makanan haiwan adalah parameter tenaga. Tenaga diperlukan untuk proses metabolik dan aktiviti haiwan. Tidak semua tenaga yang terdapat dalam makanan (tenaga kasar) digunakan oleh haiwan. Tenaga kasar adalah tenaga yang dibebaskan sebagai haba apabila bahan dioksidakan kepada karbon dioksida dan air dan ia bergantung kepada komposisi kimia makanan (NCR, 1994).

Sebahagian dari tenaga makanan dikenali sebagai tenaga metabolisma (ME). Tenaga ini menjadi asas untuk kawalan kualiti makanan dan formulasi diet (Farrel, 1999). Tenaga metabolisma diperolehi apabila tenaga kasar makanan yang dimakan oleh haiwan ditolak dengan tenaga kasar yang terdapat dalam najis haiwan, urin dan gas (Farrel, 1974; NCR, 1994). Untuk poltri, tenaga metabolisma boleh didapati apabila tenaga kasar makanan ditolak dengan tenaga kasar dalam najis dan urin. Ini kerana, gas yang dihasilkan oleh poltri hanya sedikit dan tidak sesuai untuk menjadi ukuran dalam menentukan tenaga metabolisma.

Bahan kering (DM) merujuk kepada bahan yang tinggal selepas penyingkiran air, dan kandungan kelembapan mencerminkan jumlah air di dalam bahan suapan. Nutrien dalam suapan, yang dikehendaki oleh haiwan untuk penyelenggaraan, pertumbuhan, kehamilan, dan penyusuan, adalah sebahagian daripada bahagian DM suapan. Mengetahui kandungan lembapan bahan makanan adalah penting kerana kandungan kelembapan memberi kesan kepada berat suapan, tetapi tidak memberi nilai nutrien kepada haiwan. Walaupun haiwan tidak mempunyai keperluan untuk air, menyediakan air melalui sumber air yang sebenar, bukan melalui bahan-bahan makan adalah perlu.

Pelbagai faktor mempengaruhi kandungan lembapan suapan. Dalam banyak kes, masa dan kaedah menuai adalah faktor terbesar yang menyumbang kepada kandungan lembapan suapan. Walau bagaimanapun, cuaca dan alam sekitar syarat, seperti

RUJUKAN

- Adeniji, A.A. 2007. Effect of Replacing Groundnut Cake With Maggot Meal in The Diet Of Broilers. *Int. J. Poult. Sci.*, 6 (11): 822-825.
- Adeyeye, E.I., and Awokunmi, E.E. 2010. Chemical Composition of Female and Male Giant African Crickets, *Brachytrupes membranaceus* L. *Int. J. Pharma Bio Sci.* 1(1): 125-136.
- Alexander, R. D. 1968. Life Cycle Origins, Speciation and Related Phenomena In Crickets. *The Quarterly Review of Biology* 43(1):1-41
- Bondari, K., Sheppard, D. C., 1981. Soldier Fly Larvae as Feed in Commercial Fish Production. *Aquaculture*, 24, 103-109
- Booth, A., 2015. FEFAC's approach towards responsible soy. Chair FEFAC Sust. Committee, 25 March 2015
- Buckmaster, D. 2005. A vortex forage and biomass sample dryer. Penn State Cooperative Extension publ. I-101.
- Cromwell, G. L., 1999. Soybean Meal - The "Gold Standard". *The Farmer's Pride*, KPPA News, 11 (20)
- Das, M., Ganguly, A., Haldar, P. 2009. Space Requirement for Mass Rearing of Two Common Indian Acridid Adults (Orthoptera: Acrididae) in Laboratory Condition. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 6 (3): 313-316
- DeFoliart, G.R., Finke, M.D., and Sunde, M.L. 1982. Potential Value of the Mormon cricket (Orthoptera: Tettigoniidae) Harvested As A High-Protein Feed For Poultry. *J.Econ.Entomol.*, 75(5): 848-852
- Finke, M. D., Sunde, M. L., DeFoliart, G. R., 1985. An Evaluation of The Protein Quality of Mormon Crickets (*Anabrus Simplex* Haldeman) When Used As A High Protein Feedstuff for Poultry. *Poult. Sci.* 64, 708-712
- Finke, M.D., Sunde, M.L., and DeFoliart, G.R. 1985. An Evaluation of The Protein Quality of Mormon crickets (*Anabrus simplex* Haldeman) When Used As A High Protein Feedstuff for Poultry. *Poult. Sci.*, 64(4): 708-712.
- Gabriel, U.U., Akinrotimi, O.A., Bekibele, D.O., Onunkwo, D.N., and Anyanwu, P.E. 2007. Locally Produced Fish Feed: Potentials for Aquaculture Development in Sub-Saharan Africa. *Afr.J. Agr. Res.*, 2(7): 287-295.
- Heuzé, V., Tran, G., Kaushik, S., 2016. Soybean meal. *Feedipedia*, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/674>
- Ife, I., and Emeruwa, C.H. 2011. Nutritional and Anti-Nutritional Characteristics of The Larva of *Oryctes monoceros*. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2(1):42-46.
- Ismasyahir A.R., Yusof H.A., and Engku A.E.A. 2012. 7th Proceedings of the Seminar in Veterinary Sciences, Nutritional Evaluation of House Cricket (*Brachytrupes portentosus*) Meal For Poultry
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., 2002. *Animal Nutrition*. 6th Edition. Longman, London and New York. 543 p



- Melo, V., Garcia, M., Sandoval, H., Jiménez, H.D., and Calvo, C. 2011. Quality Proteins from Edible Indigenous Insect Food Of Latin America And Asia. *Emirate J. Food Agric.* 23:283-289.
- Ramos-Elorduy, J., 1997. Insects: A sustainable source of food?. *Ecol. Food Nutr.* 36, 247-276
- Wang ,D., Zhai, S.W., Zhang, C.X., Bai, Y.Y., An, S.H., Xu, Y.N. 2005. Evaluation on Nutritional Value of Field Crickets As A Poultry Feedstuff. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 18: 667-670
- Willis, S., 2003. The use of soybean meal and full-fat soybean meal by the animal feed industry. *12th Australian Soybean Conference*

