

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perbaikan sosial ekonomi dalam masyarakat akan meningkatkan kemampuan daya beli masyarakat untuk membeli protein asal hewani. Salah satu sumber protein yang digemari masyarakat adalah daging ayam. Daging ayam merupakan salah satu produk hasil ternak yang diminati dari semua lapisan masyarakat karena rasanya yang enak dan memiliki harga yang lebih terjangkau. Ayam broiler atau masyarakat menyebutnya dengan ayam potong merupakan ayam yang dimanfaatkan dagingnya. Daging ayam broiler disukai karena berserat lunak dan mudah didapatkan. Keunggulan dari ayam broiler yaitu pertumbuhan ayam broiler lebih cepat dibandingkan ayam kampung biasa. Dan kelemahan dari ayam broiler ini kurang beradaptasi pada suhu panas. Saat suhu panas ayam mengeluarkan banyak energi dan mudah stres yang membuat penurunan produktivitasnya.

Pemeliharaan ayam harus dilakukan dengan benar untuk mendapatkan produktivitas ayam broiler yang maksimal. Pemeliharaan sangat mempengaruhi produktivitas ayam broiler. Ransum sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup, pertumbuhan dan penambahan bobot badan. Pemberian ransum yang cukup dan memenuhi gizi sesuai dengan kebutuhan ayam tidak perlu berlebihan. Meskipun ransum yang digunakan sudah memenuhi kebutuhan, namun tetap perlu ditambahkan suplemen. Penambahan suplemen ini diharapkan ayam dapat tumbuh dan mencapai produktivitas yang maksimal. Suplemen yang diberikan berupa suplemen alami. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan kulit manggis.

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia. Buah manggis sangat digemari oleh masyarakat karena memiliki rasa yang enak. Tak hanya buahnya saja yang bermanfaat tetapi kulitnya juga bisa dimanfaatkan. Kulit buah manggis mempunyai khasiat yang sangat baik dan bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia dan ternak ayam.

Ekstrak kulit buah manggis merupakan hasil samping buah manggis yang memanfaatkan limbah buah manggis. Kulit buah manggis mengandung Zat Antioksidan yaitu *xanthone*. *Xanthone* merupakan senyawa yang tidak dapat ditemukan di buah-buahan lainnya. Senyawa *xanthone* adalah salah satu senyawa aktif yang berpotensi meningkatkan produktivitas ternak unggas. *Xanthone* banyak digunakan pada determine tingkat urea pada darah, melawan kanker, kontrol diabetes, mengurangi oksidasi *low density lipoprotein* (LDL) darah, dan mengurangi kerusakan jaringan akibat radikal bebas (Monajjemi *et al.*, 2011)

Hasil penelitian yang dilakukan (Candra, 2014) menjelaskan bahwa pemberian ekstrak kulit buah manggis 120 mg/kg BB /hari mampu meningkatkan pertambahan bobot badan ayam dan menurunkan tingkat konversi ransum. Pemberian ekstrak kulit buah manggis 120 mg/kg BB/hari mampu meningkatkan efisiensi ransum sebesar 84,86% dan persentase karkas sebesar 68,58%.

Berdasarkan hal di atas maka peneliti ingin melakukan penelitian yaitu pengaruh pemberian suplemen ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap produktivitas ayam broiler. Parameter yang diamati dalam penelitian ini berupa konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, konversi ransum, dan mortalitas.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan penelitian ini menganalisis produktivitas ayam broiler yang diberikan suplemen ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dalam bentuk infusa pada air minum dengan dosis yang berbeda.

## **1.3 Kerangka Pemikiran**

Kulit buah manggis mengandung senyawa aktif yaitu *xanthone*. *Xanthone* senyawa aktif yang berpotensi meningkatkan produksi ternak unggas. *Xanthone* banyak digunakan pada determinasi tingkat urea pada darah, melawan kanker, kontrol diabetes, mengurangi oksidasi *low density lipoprotein* (LDL) darah, dan mengurangi kerusakan jaringan akibat radikal bebas (Monajjemi *et al.*, 2011) *Xanthone* bertindak sebagai antioksidan yang bereaksi dengan radikal bebas dengan menyumbangkan ion hidrogen (Zarena *et al.*, 2009).

Antioksidan menyumbangkan gugus hidrogen dan memutuskan rantai radikal bebas dari oksidasi. Proses ini membentuk produk akhir yang stabil, atau tidak menyebabkan oksidasi yang lebih lanjut. *Xanthone* adalah antioksidan kuat, yang sangat dibutuhkan untuk menyeimbangkan prooksidan di dalam tubuh dan lingkungan, yang dikenal sebagai radikal bebas. Indonesia sebagai negara tropis memiliki iklim suhu udara relatif tinggi. Kondisi ini merupakan faktor predisposisi kejadian stres yang memicu pelepasan radikal bebas dalam darah yang berimplikasi pada stres. Kondisi stres ini pada pemeliharaan ternak akan menurunkan laju pertumbuhan yang berujung pada penambahan bobot badan yang rendah (Candra, 2014).

Produktivitas ayam broiler memiliki keunggulan dibandingkan ayam lokal lain yaitu pertumbuhannya yang cepat. Ayam broiler adalah yang dipelihara selama 4 minggu untuk menghasilkan daging ayam. Ayam broiler dapat dipasarkan dalam umur 4 minggu dengan bobot akhir sekitar 0,9 sampai dengan 1,3 kg (Cobb-Vantress, 2008).

Hasil penelitian yang dilakukan (Candra, 2014) menyatakan bahwa pemberian ekstrak kulit buah manggis 120 mg/kg BB /hari mampu meningkatkan penambahan bobot badan ayam dan menurunkan tingkat konversi ransum. Pemberian ekstrak kulit buah manggis manggis 120 mg/kg BB/hari mampu meningkatkan efisiensi ransum sebesar 84,86% dan persentase karkas sebesar 68,58%.

Penelitian yang dilakukan Dyahnugra (2015) menunjukkan bahwa ekstrak bubuk simplisia kulit manggis yang diberikan selama perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) pada penurunan kadar glukosa darah, peningkatan berat badan serta peningkatan asupan pakan pada tikus percobaan. Pemberian ekstrak dengan dosis sebesar 250 mg/kg BB dan 500 mg/kg BB selama 4 minggu percobaan dapat menurunkan kadar glukosa darah sebesar 105,92 mg/dl dan 134,25 mg/d.

Hasil penelitian yang dilakukan Hermawan (2016) menyatakan bahwa pemberian ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) terhadap nekrosis glomerulus dan tubulus ginjal mencit jantan (*Mus musculus*) yang dipapar asap

rokok dengan dosis 200 mg/kg BB paling banyak menurunkan jumlah nekrosis, tetapi tidak signifikan terhadap nekrosis tubulus.

Hasil penelitian yang dilakukan Maker (2018) menyatakan bahwa penambahan ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan dosis 600 mg/l air minum/hari diperoleh nilai rata-rata konsumsi pakan 1.407 g, pertambahan bobot badan dengan rata-rata 1.180 g, dan rata-rata konversi pakan paling rendah 1,19.

#### **1.4 Hipotesis**

Pemberian ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dalam bentuk infusa pada air minum dapat meningkatkan produktivitas ayam broiler.

#### **1.5 Kontribusi**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca bahwa limbah kulit manggis dapat dimanfaatkan menjadi bahan suplemen untuk ternak unggas. Penggunaan ekstrak kulit buah manggis dapat berpengaruh positif terhadap produktivitas ayam broiler.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Buah Manggis

Buah manggis merupakan salah satu buah tropis yang sangat digemari, baik oleh masyarakat dalam negeri maupun masyarakat luar negeri. Buah manggis memiliki beberapa ciri khas dan daya tarik sehingga sangat digemari, seperti rasanya yang manis berpadu dengan rasa asam dan sedikit sepat, aromanya yang segar dan bentuk buahnya bagaikan bermahkota. Buah manggis merupakan salah satu hasil pertanian yang sangat potensial karena memiliki tingkat produksi cukup tinggi. Sejak tahun 1995 manggis merupakan komoditas buah ekspor Indonesia unggulan nomor dua setelah pisang (Poerwanto, 2002)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Manggis

(Rukmana, 1995) menyatakan bahwa manggis merupakan tanaman buah berupa pohon yang berasal dari hutan tropis yang teduh di kawasan Asia Tenggara, yaitu hutan belantara Malaysia atau Indonesia. Dari Asia Tenggara, tanaman ini menyebar ke daerah Amerika Tengah dan daerah tropis lainnya, seperti Srilanka, Malagasi, Karibia, Hawaii dan Australia. Di Indonesia, manggis disebut dengan berbagai macam nama lokal, seperti manggu (Jawa Barat), Manggus (Lampung), Manggusto (Sulawesi Utara), dan Manggista (Sumatera Barat). Pusat penanaman pohon manggis adalah Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Jawa Barat, Sumatera Barat, Sumatera Utara, Lampung, Jawa Timur dan Sulawesi Utara.

Berikut klasifikasi dari tanaman manggis:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Klas	: <i>Angiospermae</i>
Sub-kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Thalamiflorae</i>
Famili	: <i>Guttiferales</i>
Genus	: <i>Guttiferae</i>
Spesies	: <i>Garcinia mangostana</i> (Pasaribu <i>et al.</i> , 2012)

Pohon manggis berdaun rapat (rimbun), tingginya dapat mencapai 6-25 m, batangnya lurus, cabangnya simetris membentuk piramid ke arah ujung tanaman, dan bentuk kanopinya sangat baik untuk hiasan di pekarangan. Duduk daun berlawanan, tangkai daun pendek. Bunganya soliter atau berpasangan di ujung tunas, tangkai bunga pendek dan tebal (Ashari, 2006).

### 2.1.2 Kandungan Kulit Buah Manggis

Tabel 1. Kandungan nilai gizi buah manggis per 100 gram

No	Komposisi	Nilai	Satuan
1	Air	70-80	g
2	Protein	0,5	g
3	Lemak	0,6	g
4	Karbohidrat	5,6	g
5	Kalsium	5,7	Mg
6	Fosfor	9,4	Mg
7	Besi	0,3	Mg
8	Vitamin B1	0,06	Mg
9	Vitamin B2	0,04	Mg
10	Vitamin C	35	Mg
11	<i>Xanthone</i> kulit buah	107,76	Mg
12	<i>Xanthone</i> daging buah	29	Mg
13	Energi	63	Kkal

Sumber: Direktorat Gizi Dept. Kesehatan RI (1990) dan Iwari *et al.*, (2005).

Buah manggis dianggap sangat istimewa, warna kulit manggis merah kehitaman, daging buahnya putih bersih dan berasa manis, serta senyawa yang menjadi primadona buah itu adalah *xanthone*, yang merupakan substansi kimia alami yang tergolong *polyphenolic*, yang dihasilkan oleh metabolit sekunder. *Xanthone* tidak ditemukan pada buah-buahan lain, oleh karena itu manggis dijuluki *queen of fruits* (ratu buah).

Kulit buah manggis mengandung metabolit sekunder tertinggi dari kelas *polifenol* yakni *xanthone*. Kulit buah manggis yang mengandung senyawa *xanthone* memiliki fungsi antioksidan tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk melindungi dan mengurangi kerusakan sel terutama yang diakibatkan oleh radikal bebas (Jung *et al.*, 2006). Antioksidan adalah senyawa yang diperlukan untuk mencegah dan menurunkan reaksi oksidasi dan berfungsi untuk mencegah atau menghentikan kerusakan akibat adanya radikal bebas (Surai, 2007). Menurut

(Depkes R.I, 1990) dan (Iswari *et al.*, 2005), kandungan *xanthone* tertinggi terdapat dalam kulit buah manggis, yaitu 107,76 mg per 100 g buah. Selain sebagai antioksidan, senyawa *xanthone* juga mempunyai kemampuan sebagai anti-aging (membantu memperlambat penuaan), modular kekebalan tubuh (membantu meningkatkan respon kekebalan tubuh), antivirus (membantu menanggulangi infeksi antivirus), membantu sistem pencernaan, memacu pertumbuhan sel darah merah (Putri, 2015).

Senyawa lain yang terkandung dalam kulit buah manggis adalah *xanthone* yang meliputi *mangostin*, *mangostenol*, *mangostinon* A dan B, *trapezifolixanthone*, *tovophyllin* B, *alfa* dan *beta mangostin*, *garcinon* B, *mangostanol*, *flavonoid epikatekin*, dan *gartanin*. Senyawa tersebut sangat bermanfaat untuk kesehatan (Qosim, 2007).

### **2.1.3 Daya Kerja Ekstrak Kulit Manggis Pada Ternak**

Hasil penelitian yang dilakukan (Candra, 2014) menyatakan bahwa pemberian ekstrak kulit buah manggis 120 mg/kg BB /hari mampu meningkatkan pertambahan bobot badan ayam dan menurunkan tingkat konversi ransum. Pemberian ekstrak kulit buah manggis 120 mg/kg BB/hari mampu meningkatkan efisiensi ransum sebesar 84,86% dan persentase karkas sebesar 68,58%.

Penelitian yang dilakukan Dyahnugra (2015) menunjukkan bahwa ekstrak bubuk simplisia kulit manggis yang diberikan selama perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $\alpha = 0,01$ ) pada penurunan kadar glukosa darah, peningkatan berat badan serta peningkatan asupan pakan pada tikus percobaan. Pemberian ekstrak dengan dosis sebesar 250 mg/kg BB dan 500 mg/kg BB selama 4 minggu percobaan dapat menurunkan kadar glukosa darah sebesar 105,92 mg/dl dan 134,25 mg/d.

Hasil penelitian yang dilakukan Hermawan (2016) menyatakan bahwa pemberian ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) terhadap nekrosis glomerulus dan tubulus ginjal mencit jantan (*Mus musculus*) yang dipapar asap rokok dengan dosis 200 mg/kg BB paling banyak menurunkan jumlah nekrosis, tetapi tidak signifikan terhadap nekrosis tubulus.

Hasil penelitian yang dilakukan Maker (2018) menyatakan bahwa penambahan ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan dosis 600 mg/l air minum/hari diperoleh nilai rata-rata konsumsi pakan 1,407 g, pertambahan bobot badan dengan rata-rata 1,180 g, dan rata-rata konversi pakan paling rendah 1,19.

## 2.2 Pengertian Ayam Broiler

Ayam ras pedaging atau lebih dikenal masyarakat dengan nama ayam broiler merupakan jenis ras unggul hasil dari persilangan, perkawinan, antara ayam yang memiliki produktivitas terbaik. Hasil persilangan ras tersebut menghasilkan anak-anak ayam ras yang mempunyai pertumbuhan badan cepat dan memiliki konversi pakan menjadi daging yang tinggi, artinya dengan jumlah pakan yang dikonsumsi sedikit mampu bertumbuh dengan cepat (Samadi, 2010).

Ayam broiler merupakan hasil rekayasa genetika dari galur murni yang dapat dipanen lebih cepat dengan bobot badan 1-1,5 kg/ ekor (Charoen, 2005). Karakteristik ayam broiler yang baik adalah ayam aktif, lincah, nafsu makan dan minum lebih baik, dan pertumbuhan badan cepat (Suprijatna *et al.*, 2005). Menurut (Amrullah, 2004) ayam pedaging merupakan ayam yang mempunyai kemampuan menghasilkan daging yang banyak dengan kecepatan pertumbuhan yang sangat cepat dalam satuan waktu yang singkat untuk mencapai berat badan tertentu. Fase pertumbuhan broiler terdiri dari 2 fase yaitu fase *starter* dan *finisher*. Fase *starter* dimulai dari umur 1 – 21 hari dan fase *finisher* berumur dari 22 – 35 hari (SNI broiler, 2015). Broiler pada saat sudah masuk masa akhir mempunyai kemampuan mengkonsumsi lebih banyak, sehingga kebutuhan protein harus dikurangi agar pemborosan dapat dihindari (Saputra, 2013). Ayam pedaging mampu memproduksi daging secara optimal dengan hanya mengkonsumsi pakan dalam jumlah relatif sedikit. Ciri-ciri ayam pedaging antara lain: ukuran badan relatif besar, padat, kompak, berdaging penuh, produksi telur rendah, bergerak lamban, dan tenang serta lambat dewasa kelamin (Anonim, 2009).



## 2.3 Produktivitas Ayam Broiler

Produktivitas adalah suatu tolak ukur untuk keberhasilan peternak dalam memelihara ayam dalam menghasilkan kualitas daging yang baik. Dalam menganalisis produktivitas ayam broiler harus ada yang diperhatikan yaitu: penambahan bobot badan, konsumsi pakan, FCR (*Feed Conversion Ratio*), mortalitas. Ayam broiler adalah yang dipelihara selama 4 minggu untuk menghasilkan daging ayam. Ayam broiler dapat dipasarkan dalam umur 4 minggu dengan bobot akhir sekitar 0,9 sampai dengan 1,3 kg (Cobb-Vantress, 2008).

### 2.3.1 Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan merupakan jumlah makanan yang dimakan oleh ternak, zat makanan yang dikandungnya dimanfaatkan untuk mencukupi kebutuhan hidup pokok dan produksi hewan tersebut (Yunilas, 2005). (*National Research Council* 1994), menyatakan bahwa bobot badan ayam, jenis kelamin, aktivitas, suhu lingkungan dan kualitas pakan dapat mempengaruhi konsumsi. Besar dan bangsa ayam, temperatur lingkungan, tahap produksi dan energi dalam pakan dapat mempengaruhi konsumsi (Wahju, 2004). (Wahju, 2004) menambahkan bahwa kandungan energi dalam ransum juga mempengaruhi banyaknya ransum yang dikonsumsi. (Fadilah, 2004) menyatakan bahwa energi metabolisme yang diperlukan ayam berbeda, sesuai tingkat umurnya, jenis kelamin, dan cuaca. (Leeson *et al.*, 2005) menyatakan bahwa konsumsi pakan juga dapat dipengaruhi oleh bentuk ransum, kandungan energi ransum, kesehatan lingkungan, zat-zat nutrisi, kecepatan pertumbuhan dan stres. Akil *et al.*, (2006) selain konsumsi energi, kecepatan pertumbuhan, zat makanan dan bentuk ransum terdapat faktor lain yang mempengaruhi konsumsi pakan, yaitu faktor genetik. Konsumsi pakan sangat penting, karena mempengaruhi pertumbuhan hidup pokoknya dan produksinya. Penelitian Maker (2018) menunjukkan bahwa konsumsi pakan ayam broiler pada umur 30 hari yang diberikan ekstrak kulit manggis dengan dosis 600 mg/l setiap hari sebesar 1.407 g/ekor.

### 2.3.2 Pertambahan Bobot Badan

Pertambahan bobot badan merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan sebagai standar berproduksi (Muharliien *et al.*, 2011). Pertumbuhan mencakup pertambahan dalam bentuk jaringan pembangun seperti urat daging, tulang, jantung, otak dan semua jaringan tubuh lainnya, dalam hal ini tidak termasuk penggemukan karena penggemukan merupakan pertambahan dalam bentuk lemak (Anggorodi, 1985 dalam Jaelani, 2011). Faktor – faktor yang mempengaruhi pertambahan bobot badan pada unggas adalah spesies, strain, tipe produksi, jenis kelamin, suhu lingkungan, musim, mutu dan jumlah ransum, manajemen pemeliharaan, bentuk ransum, sistem pemberian ransum dan bobot awal (Santosa, 2012). Akil *et al.*, (2006) menyatakan bahwa faktor lain yang dapat mempengaruhi pertambahan bobot badan yaitu suhu lingkungan, yang merupakan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi kenyamanan maupun produktivitas. Menurut Syahrudin *et al.*, (2013) menyatakan bahwa pada suhu 21 °C pertambahan bobot badan broiler cukup tinggi, karena ayam broiler dapat mengkonsumsi pakan secara optimal, sehingga pakan yang dikonsumsi dapat mencukupi segala kebutuhan ayam broiler. Selain itu, suhu lingkungan berpengaruh terhadap fisiologis (fungsi faal) tubuh ayam secara langsung seperti aktivitas jantung, pernafasan, sirkulasi darah dan metabolisme tubuh. Penelitian (Aqidah, 2021) menunjukkan bahwa pertambahan bobot badan ayam broiler umur 30 hari yang diberikan ekstrak kulit manggis sebanyak 2% sebagai imbuhan pakan sebesar 1.229,87 gram. Pertambahan bobot badan melalui penimbangan berulang dalam waktu tertentu misalnya tiap hari, tiap minggu, tiap bulan, atau tiap tahun (Aletor, 2000).

### 2.3.3 Konversi Pakan

Konversi pakan adalah perbandingan antara jumlah ransum dengan pertambahan bobot badan dalam satu waktu tertentu. (Fadilah, 2004) menyatakan bahwa periode pemeliharaan ayam yang lebih pendek akan menghasilkan konversi pakan yang lebih baik dibandingkan dengan ayam yang dipanen dalam ukuran yang lebih lama. Faktor yang mempengaruhi konversi ransum yaitu genetik, temperatur, ventilasi, sanitasi, kualitas pakan, jenis ransum, penggunaan

zat additive, kualitas air, penyakit dan manajemen pemeliharaan (Adil *et al.*, 2010). Jumlah pakan yang diberikan mempengaruhi perhitungan konversi ransum atau *Feed Conversion Ratio* (FCR). FCR merupakan perbandingan antara jumlah ransum yang dikonsumsi dengan pertumbuhan bobot badan. (Mulyono, 2006) menambahkan konversi pakan adalah angka yang menunjukkan seberapa banyak pakan yang dikonsumsi (kg) untuk menghasilkan berat ayam 1 kg. Konversi pakan ayam broiler strain CP 707 yang dipelihara pada suhu nyaman pada umur lima minggu adalah 1,62. Penelitian Aqidah (2021), menunjukkan bahwa konversi pakan ayam broiler umur 30 hari yang diberikan ekstrak kulit manggis sebanyak 2% sebagai imbuhan pakan sebesar 1,44. Menurut Lesson (2000), semakin dewasa ayam maka nilai konversi pakan akan semakin besar. Semakin kecil angka konversi ransum menandakan ayam lebih baik dalam mengubah pakan menjadi daging dan ransum dapat dikatakan baik (Wahju, 2004).

#### **2.3.4 Mortalitas**

Mortalitas adalah banyaknya jumlah ayam yang mati sampai panen dibagi dengan total ayam awal dipelihara dikali 100%. Penyakit merupakan hal yang mempengaruhi mortalitas dalam pemeliharaan. Penyakit didefinisikan sebagai segala penyimpangan gejala dari keadaan kesehatan yang normal. Tingkat kematian yang disebabkan oleh penyakit tergantung dari jenis penyakit yang menyerang unggas. Angka mortalitas diperoleh dari perbandingan jumlah ayam yang mati dengan jumlah ayam yang dipelihara (Samuelson, 1996) Tingkat kematian atau mortalitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain bobot badan, bangsa, jenis ayam, iklim, kebersihan lingkungan, sanitasi peralatan dan kandang dan juga penyakit (Soekartawi, 1995). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menekan angka kematian adalah mengontrol kesehatan ayam, mengontrol kebersihan tempat pakan dan minum serta kandang, melakukan vaksinasi secara teratur, memisahkan ayam yang terkena penyakit dengan ayam yang sehat, dan memberikan pakan dan minum pada waktunya (Komang *et al.*, 2009).

