



**KERAGAMAN ITIK TEGAL  
BERDASARKAN PENANDA MIKROSATELIT**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Biologi**

**oleh**

**Agustin Dian Kartikasari**

**4411413022**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul “Keragaman Itik Tegal Berdasarkan Penanda Mikrosatelit” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 6 Juli 2018



Agustin Dian Kartikasari

4411413022

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

“Keragaman Itik Tegal Berdasarkan Penanda Mikrosatelit”

disusun oleh

Agustin Dian Kartikasari

4411413022

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 13 Juli 2018.

Panitia:



Ketua  
Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.

NIP 196412231988031001

Sekretaris

Dra. Endah Peniati, M.Si.

NIP 196511161991032001

Ketua Penguji

Dr. Ning Setiati, M.Si.

NIP 195903101987032001

Anggota Penguji/Pembimbing I

Dr. Ari Yuniastuti, S.Pt., M.Kes.

NIP 196806021998032002

Anggota Penguji/Pembimbing II

Dr. drh. R. Susanti, M.P.

NIP 196903231997032001

## **MOTTO**

*“Hope does not leave without being given permission.”*

(Rick Riordan)

## **PERSEMBAHAN**

Untuk Ayahanda Soetopo,  
Ibunda Indriyani,  
Adikku Ariani Dian Kartikaputri  
dan Arianto Prasetyo Wibowo  
serta saudara dan sahabat tercinta

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penulis telah banyak menerima bantuan, kerjasama, dan sumbangan pikiran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Ari Yuniastuti, S.Pt., M.Kes. selaku pembimbing yang telah memberikan saran, arahan, dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Dr. drh. R. Susanti, M.P. selaku pembimbing yang telah memberikan saran, arahan, dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Dr. Ning Setiati, M.Si. selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk menyelesaikan tugas akhir.
7. Dr. dr. Nugrahaningsih WH, M.Kes. selaku Dosen Wali penulis atas segala dukungan, masukan, dan doa.
8. Teman-teman yang mendukung dan membantu dalam pelaksanaan penelitian (BIOGENIC, Himabio, Keluarga Besar Asisten Biokimia, sahabat Kos Graha Cahaya).
9. Ayahanda Soetopo, Ibunda Indriyani, Adikku Ariani Dian Kartikaputri dan Arianto Prasetyo Wibowo atas segala pengorbanan, dukungan, dan doa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun demikian, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca di masa yang akan datang.

Semarang, 7 Juli 2018

Penulis

## ABSTRAK

**Kartikasari, Agustin Dian. 2018. *Keragaman Itik Tegal Berdasarkan Penanda Mikrosatelit*. Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dr. Ari Yuniastuti, S.Pt., M.Kes. dan Dr. drh. R. Susanti, M.P.**

Itik Tegal merupakan salah satu jenis itik petelur lokal Indonesia yang memiliki keunggulan yaitu umur awal bertelur lebih cepat (132-162,24 hari) dibanding itik lokal lain yaitu itik Alabio ( $144,13 \pm 7,51$  hari), itik Mojosari ( $151,85 \pm 13,60$  hari). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keragaman genetik itik Tegal berdasarkan penanda mikrosatelit. Penelitian ini menggunakan itik Tegal Branjangan, Blorong, Jarakan, dan Lemahan masing-masing sebanyak 5 ekor. DNA bulu itik diamplifikasi dengan metode PCR menggunakan 10 primer spesifik mikrosatelit, dielektroforesis dengan metode *Polyacrylamide Gel Electrophoresis* (PAGE) dilanjutkan pewarnaan *silver staining*. Alel yang muncul pada setiap lokus diidentifikasi dan dianalisis nilai *expected heterozygosity* (He), *Polymorphism Information Content* (PIC), jarak genetik dan dendrogram. Hasil penelitian menunjukkan sembilan lokus polimorfik dan satu lokus monomorfik. Pada penelitian ini, PIC dari sembilan lokus polimorfik memiliki rentang dari 0,18 hingga 0,827 dengan rerata 0,656. Persentase lokus dengan PIC lebih dari 0,5 adalah 88,8% (8 dari 9 lokus). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa itik Tegal memiliki diversitas genetik yang tinggi. Dari keempat jenis itik Tegal, keragaman genetik tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah Tegal Blorong, Branjangan, Jarakan, dan Lemahan. *Breed* itik dengan keragaman rendah supaya tidak punah harus dikawinkan dengan *breed* itik dengan keragaman tinggi.

**Katakunci** : *Itik Tegal, keragaman genetik, mikrosatelit, PAGE, silver staining*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Penegasan Istilah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Itik .....	6
B. Mikrosatelit .....	9
C. PAGE ( <i>Polyacrylamide Gel Electrophoresis</i> ) .....	12
D. Kerangka Berpikir .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	14
B. Populasi dan Sampel Penelitian .....	14

C. Rancangan Penelitian .....	14
D. Alat dan Bahan Penelitian .....	14
E. Prosedur Penelitian .....	16
F. Analisis Data .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	23
B. Pembahasan .....	27
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Simpulan .....	32
B. Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>39</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Foto itik Tegal .....	9
2	Kerangka Berpikir .....	13
3	Hasil elektroforesis optimasi suhu <i>annealing</i> primer .....	23
4	Visualisasi dan ilustrasi alel mikrosatelit .....	24
5	Dendrogram per individu itik Tegal .....	26
6	Dendrogram per jenis itik Tegal .....	27

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Alat penelitian .....	15
2	Bahan penelitian .....	16
3	Primer mikrosatelit dengan suhu <i>annealing</i> hasil optimasi .....	18
4	Komposisi <i>cocktail</i> PCR .....	18
5	Karakterisasi mikrosatelit itik Tegal .....	24
6	Lokus dan alel khas yang muncul pada itik Tegal .....	26
7	Alel khas pada jenis itik tertentu dari itik Tegal .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Cara menghitung frekuensi alel, $H_E$ , PIC, dan jarak genetik .....	39
2 Data jenis alel mikrosatelit itik Tegal .....	41
3 Skor analisis data biner alel mikrosatelit itik Tegal .....	42
4 Jarak genetik itik Tegal .....	43
5 Matriks persamaan itik Tegal .....	44
6 Hasil visualisasi elektroforesis vertikal mikrosatelit itik Tegal .....	45
7 Dokumentasi penelitian .....	53

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Protein merupakan komponen struktural utama yang memberikan kecukupan energi dan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan, perbaikan sel dan jaringan tubuh yang rusak, serta berfungsi sebagai enzim dan hormon untuk produksi neurotransmitter, vitamin, dan antibodi (IFIC 2011). Sumber protein dapat diperoleh dari hewan maupun tumbuhan. Persentase kebutuhan protein dari produk hewani menduduki posisi pertama (46%) diikuti oleh produk nabati (30%), produk susu (16%), dan produk protein lainnya (8%). Sumber protein hewani utamanya diperoleh dari daging merah, daging unggas, ikan, makanan laut, telur, dan produk olahan daging (Pasiakos *et al.* 2015).

Permintaan produk sumber daya hewani meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia dan perubahan pola konsumsi. Konsumsi unggas dunia diprediksi akan meningkat sebanyak 27% menjadi 28 juta ton pada tahun 2023 dan 40% dari jumlah tersebut terpusat di Asia (United Nations 2014). Sektor industri daging unggas diproyeksi akan meningkat 70% hingga 90% pada 2020 dan sektor industri telur akan meningkat sebanyak 50-60% (Iowa Economic Development Authority 2017).

Tingginya konsumsi produk hewani khususnya unggas mempengaruhi jumlah populasi ternak unggas yang tersebar di berbagai peternakan di Indonesia. Salah satu jenis ternak unggas yang diminati masyarakat adalah itik. Itik merupakan jenis unggas air yang dikenal dan dimanfaatkan masyarakat sebagai salah satu sumber penghasil protein hewani, berupa telur dan daging. Itik merupakan reservoir genetik yang penting dan esensial untuk menghadapi tantangan resistensi penyakit dan kualitas daging yang lebih baik (Mukesh *et al.* 2011). Daging itik diyakini sebagai makanan sehat di negara-negara Asia. Daging itik kaya asam lemak tak jenuh dan merupakan pilihan konsumen untuk makanan sehat yang saat ini jumlahnya tiga kali lebih besar dari konsumsi daging selama dekade terakhir (MIFFAF 2013). Negara-negara di kawasan Asia Tenggara

memelihara berbagai jenis *breed* itik asli karena pusat konsumsi daging itik di Asia Tenggara terletak di jalur terbang burung migran (Kraus *et al.* 2011).

Penyebaran populasi itik Indonesia sebagian besar terdapat di Pulau Jawa. Jenis bibit unggul yang ditanakkan, khususnya di Provinsi Jawa Tengah adalah jenis itik petelur seperti itik Tegal, itik Magelang dan itik Pengging (Suryana 2013). Sampai pertengahan tahun 2017, dari total 49.709.403 ekor itik di seluruh Indonesia, populasi itik terbanyak berada di Provinsi Jawa Barat, diikuti Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan. Total produksi telur pada tahun 2016 sebanyak 2,0 juta ton dan 14,38% nya berasal dari produksi telur itik. Produksi daging itik nasional di tahun 2016 sebanyak 41,87 ton, setara dengan 3% dari produksi daging unggas nasional atau sekitar 2% dari produksi daging nasional (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan 2017; Ketaren 2007).

Itik yang dibiakkan di Indonesia adalah itik asli dan itik domestikasi. Itik domestikasi merupakan itik yang telah dijinakkan untuk produksi secara komersial. Itik domestikasi dibiakkan untuk diambil daging, telur dan bulunya. Itik lokal Indonesia termasuk jenis *Indian Runner* yang produktif sebagai itik petelur. Itik jenis *Indian Runner* ini diberi nama sesuai asal daerahnya, diantaranya adalah itik Tegal, itik Magelang, itik Mojosari, itik Cihateup, itik Damiaking, itik Cirebon, itik Bali, itik Alabio, itik Turi, itik Kerinci, itik Pegagan, dan itik Sasak (Tamzil & Indarsih 2017; Suryana 2013).

Itik Tegal merupakan salah satu jenis itik lokal yang dibudidayakan secara intensif di Pulau Jawa. Itik Tegal yang dominan sebagai itik petelur memiliki keunggulan yaitu umur awal bertelur lebih cepat dibanding itik lokal yang lain. Ternak itik Tegal lokal telah mengalami seleksi alam dan buatan oleh masyarakat setempat dan telah beradaptasi dengan baik terhadap lingkungannya. Perkawinan silang itik lokal dengan itik impor yang dilaksanakan tanpa rencana dan evaluasi yang mantap menyebabkan keragaman gen di dalam *breed* dan antar *breed* ternak mengalami penurunan serta sifat daya adaptasi ternak lokal menjadi hilang. Gen-gen yang mengontrol daya tahan terhadap pengaruh lingkungan yang ekstrim dan gen yang mempengaruhi ketahanan tubuh terhadap virus dan bakteri harus dipertahankan. Selain itu, untuk menghasilkan itik dengan produktivitas tinggi, bibit induk (*parent stock*) yang digunakan untuk menghasilkan itik hibrida

tersebut harus mempunyai keseragaman genetik yang tinggi agar senantiasa konsisten dalam menghasilkan keunggulan pada keturunannya. Untuk menjaga agar keragaman genetik itik Tegal tidak menurun serta jenis itik Tegal tidak punah, maka perlu dianalisis keragaman genetiknya. Keragaman dan keseragaman genetik tersebut dapat dilihat dari gen atau alel yang diperoleh melalui analisis penelitian genetika molekuler (Azmi *et al.* 2006).

Keragaman genetik merupakan informasi penting dalam proses pelestarian dan pemanfaatan sumber daya genetik ternak secara berkesinambungan (Zein *et al.* 2012). Keragaman genetik merepresentasikan variasi turun temurun di dalam dan antar populasi organisme (Rao & Hodgkin 2002). Keragaman genetik dalam suatu populasi dapat terdeteksi apabila terdapat satu atau lebih lokus bersifat polimorfik (Nei & Kumar 2000).

Usaha konservasi ternak asli harus dilakukan seefektif mungkin untuk menjamin jumlah keragaman genetik secara maksimal dan pengembangan keberlanjutan produksi peternakan unggas. Konservasi genetik dapat diketahui dan ditentukan melalui penelitian genetika molekuler (Li *et al.* 2012).

Karakterisasi diversitas genetik suatu populasi pada tingkat molekuler merupakan dasar pengambilan keputusan pada bidang konservasi, pemeliharaan dan pemantauan sumber daya genetik. Karakterisasi merupakan aspek penting untuk menjaga dan mempertahankan kualitas *breed* serta mengelola sumberdaya genetik plasma nutfah ternak Indonesia dan dapat membantu memfasilitasi program *breeding* (Susanti *et al.* 2017). Alat utama untuk karakterisasi diversitas genetik hewan ternak adalah analisis polimorfisme DNA (Andres & Kapkowska 2011). Analisis polimorfisme DNA sering digunakan dalam *paternity testing*, determinasi gender, identifikasi spesies, analisis filogenetik, deteksi penyakit, *marker-assisted selection* (MAS), dan pendekatan variasi genetik lainnya. Beberapa metode untuk analisis polimorfisme genetik yang telah dikembangkan adalah *Single-Nucleotide Polymorphism* (SNP), *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD), *Random Amplified Microsatellite Polymorphism* (RAMPO), *Amplified Fragment Length Polymorphism* (AFLP), *Single Strand Conformation Polymorphism* (SSCP), *Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP) dan analisis sekuen DNA mitokondria (mtDNA) (Huang *et al.* 2013). *Single-*

*Nucleotide Polymorphism* (SNP) dan mikrosatelit sama-sama digunakan untuk analisis genetika molekuler, bedanya SNP menunjukkan spesifitas yang tinggi terhadap satu nukleotida saja dan digunakan untuk *large-scale genotyping* sedangkan mikrosatelit digunakan untuk menunjukkan kelimpahan dan keragaman alel dalam suatu lokus (Hoshino *et al.* 2012).

Analisis mikrosatelit diusulkan oleh *International Society for Animal Genetics* (ISAG) dan *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) dan telah digunakan oleh sekitar 90% dari keseluruhan studi diversitas genetika molekuler pada hewan ternak. Mikrosatelit memiliki kelimpahan tinggi, spesifitas lokus yang tinggi, tingkat polimorfisme yang sangat tinggi, memiliki pola pewarisan kodominan, dan daya reproduksinya tinggi. Karena tingkat polimorfismenya yang tinggi, mikrosatelit seringkali dimanfaatkan dalam dunia forensik, pemetaan, genetika populasi, dan studi evolusioner (Miah *et al.* 2013). Mikrosatelit berhasil digunakan sebagai marka molekuler untuk menelusuri struktur populasi dan biodiversitas itik asli China, yang selanjutnya dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan konservasi itik dan pemanfaatan sumber daya plasma nutfah itik asli China (Liu *et al.* 2008).

Mikrosatelit memberikan informasi mengenai penentuan prioritas preservasi untuk konservasi *breed* dalam peternakan (FAO 2004). Oleh karena itu, analisis keragaman genetik itik Tegal melalui penelitian diversitas genetik, asal, diferensiasi, dan kekerabatan menggunakan penanda mikrosatelit diharapkan dapat membantu melengkapi data molekuler yang bermanfaat dalam *breeding* murni, kawin silang, pemurnian serta pengembangan perbaikan mutu genetik untuk lebih memanfaatkan sumber daya plasma nutfah itik Tegal sebagai usaha konservasi itik lokal Indonesia.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana keragaman genetik itik Tegal berdasarkan penanda mikrosatelit ?

## **C. Penegasan Istilah**

Penegasan istilah dalam penelitian ini adalah :

a. Mikrosatelit

Mikrosatelit atau *Simple Sequence Repeats* (SSR) adalah motif tandem berulang 1-6 basa yang ditemukan pada semua genom baik prokariotik maupun eukariotik (Ahmadi *et al.* 2007). Pada penelitian ini, mikrosatelit itik diamplifikasi menggunakan 10 primer spesifik (Huang *et al.* 2005).

b. Itik Tegal

Itik Tegal (*Anas platyrhynchos javanicus*) berkembang di Kabupaten Tegal, tepatnya di Karesidenan Pekalongan mulai dari Kabupaten Batang sampai Kabupaten Brebes. Pada penelitian ini menggunakan jenis itik Tegal dengan empat warna bulu penutup yang berbeda, yaitu Branjangan, Jarakan, dan Blorong dan Lemahan.

c. Keragaman genetik

Keragaman genetik merepresentasikan variasi turun temurun di dalam dan antar populasi organisme (Rao & Hodgkin 2002). Dengan metode Botstein *et al.* (1980). Nilai PIC > 0,5 mengindikasikan diversitas yang tinggi, nilai PIC < 0,25 mengindikasikan diversitas genetik yang rendah, dan nilai PIC antara 0,25 dan 0,5 merupakan indikasi diversitas intermediet.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keragaman genetik itik Tegal berdasarkan penanda mikrosatelit.

#### **E. Manfaat Penelitian**

a. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menambah bahan referensi dan sebagai ilmu pengetahuan terbaru yang berhubungan analisis keragaman genetik itik Tegal berdasarkan penanda mikrosatelit.

b. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi bagi peternak itik Tegal mengenai keragaman genetik itik tersebut yang nantinya dapat digunakan sebagai strategi konservasi dan pemurnian serta pengembangan perbaikan mutu genetik untuk lebih memanfaatkan sumber daya plasma nutfah itik Tegal, yang secara tidak langsung dapat membantu proses seleksi bibit oleh peternak itik lokal Indonesia.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Itik

Itik *Mallard* (*Anas platyrhynchos*) liar dipercaya sebagai nenek moyang dari hampir semua varietas itik domestik yang terpisah dari itik *Muscovy* (*Cairina moschata*) dan dapat saling kawin silang dengan kerabat dekat dalam genus *Anas*. Berdasarkan sejarahnya, itik lokal di Indonesia merupakan domestikasi dari itik liar (*mallard*) keturunan *Indian Runner*. Hal ini didasarkan pada itik-itik yang memiliki “*sex feather*” yaitu beberapa bulu yang mencuat ke atas pada ekor itik jantan seperti pada itik *mallard* (Susanti & Prasetyo 2005). Di China, asal mula itik domestik kemungkinan dari itik *Mallard* (*Anas platyrhynchos*) dan itik paruh bintik (*Anas poecilorhyncha*). Kedua itik tersebut termasuk itik migran, tetapi menempati area dengan makanan dan habitat yang baik. Keduanya juga memiliki karakter yang sama yaitu mudah untuk didomestikasi. Itik *Mallard* dapat kawin silang dengan itik paruh bintik, dan hibridnya muncul di habitat alami (Jin *et al.* 2014).

Itik merupakan salah satu ternak unggas air yang taksonominya diklasifikasikan sebagai berikut (Puspitasari, 2010):

Kingdom : Animalia  
Phylum : Chordata  
Class : Aves  
Order : Anseriformes  
Family : Anatidae  
Subfamily : Anatinae  
Genus : *Anas*  
Spesies : *Anas platyrhynchos*

Itik dimanfaatkan daging, telur, dan bulunya. Terdapat 10 jenis itik petelur dari 27 jenis itik asli pribumi di China. Tipe itik petelur utamanya dimanfaatkan untuk produksi telurnya (Li *et al.* 2012). Itik asli pribumi memainkan peran utama sebagai mata pencaharian yang berkelanjutan bagi peternak sumberdaya itik. *Breed* itik eksotik seperti Pekin Putih dan *Muscovy* (Entok) dikembangkan

oleh peternakan milik pemerintah India untuk diambil dagingnya. Asia dianggap sebagai tanah asal itik, mencakup kurang lebih 90% dari seluruh populasi itik di dunia. Dari seluruh produksi telur nasional India, 5,3% nya berasal dari telur itik dan 92% dari jumlah tersebut disumbang oleh itik pribumi (Veeramani *et al.* 2014).

Analisis klaster dan similaritas genetik itik berdasarkan pola variasi mikrosatelit memberikan informasi umum yang sangat bermanfaat untuk pelaksanaan upaya konservasi yang efektif bagi diversitas genetik itik di wilayah konservasi. Lingkungan geografis yang unik, bentuk permukaan tanah yang rumit, serta budaya yang beranekaragam menyebabkan banyak *breed* asli pribumi memiliki karakteristik yang unik pula (Su *et al.* 2007). Analisis klasifikasi *breed* itik dapat memberikan informasi tambahan untuk pemeriksaan veteriner preventif terhadap virus avian influenza (AI) (Groepner *et al.* 2014).

Itik lokal merupakan bagian dari biodiversitas sehingga membutuhkan perhatian untuk kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu, perlu usaha keras untuk mempertahankan dan mengembangkan populasi ternak itik melalui konservasi baik *in-situ* maupun *ex-situ* (Ismoyowati & Purwantini 2014).

Identifikasi dan karakterisasi populasi itik lokal penting dilakukan karena data yang diperoleh dapat dijadikan sebagai sumberdaya plasma nutfah Indonesia dan dapat membantu perencanaan program *breeding*. Terdapat berbagai jenis itik lokal di Indonesia. Itik yang berlokasi di Jawa adalah itik Tegal, Magelang, dan Mojosari; di Bali dikenal dengan itik Bali; dan di Kalimantan Selatan dikenal dengan itik Alabio. Itik Indonesia merupakan turunan antara itik lokal dan itik impor. Variasi genetik yang tinggi diantara itik-itik di Indonesia terlihat dari morfologi dan produktivitasnya. Itik tersebut menunjukkan variasi warna bulu, ukuran tubuh, dan produksi telur (Ismoyowati & Purwantini 2010).

Peternakan itik di Indonesia difokuskan pada produksi telurnya. Produksi telur itik meningkat pesat dan bertambahnya jumlah peternak itik petelur menyebabkan populasi itik meluas. Oleh karena itu, permintaan pasar akan pengembangan *breed* itik juga meningkat. Institut Penelitian Produksi Hewan Indonesia (*The Research Institute for Animal Production of Indonesia*) mengawali program *breeding* untuk mengembangkan efisiensi dan konsistensi produksi itik

melalui seleksi dan perkawinan silang diantara itik asli pribumi. Tiga *breed* utama yaitu itik Tegal, Alabio, dan Mojosari, telah digunakan sebagai *breed* sumberdaya untuk produksi itik di Indonesia. Itik Tegal asal Jawa dan itik Alabio asal Sumatera digunakan untuk produksi telur, sedangkan itik Mojosari asal Jawa digunakan untuk produksi telur dan daging (Takahashi *et al.* 2001).

Pada tahun 2016, populasi itik di Jawa Tengah mencapai 4.953.832 ekor dan terus meningkat mencapai 5.427.691 ekor pada pertengahan tahun 2017 (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan 2017). Ada sekitar 15 bangsa itik lokal di wilayah Indonesia, dua diantaranya berasal dari Jawa dan dikenal dengan nama itik Tegal dan itik Magelang (Purwanto 2012).

Itik Tegal termasuk dalam bangsa itik yang populasinya masih cukup banyak. Hal ini didasarkan penyebaran itik tersebut yang tidak hanya di Jawa tapi sampai ke Aceh, Lampung, Sulawesi Selatan, dan Papua. Penyebaran yang luas tidak lepas dari permintaan yang tinggi sebagai akibat dari tingginya produksi telur (Susanti & Prasetyo 2005).

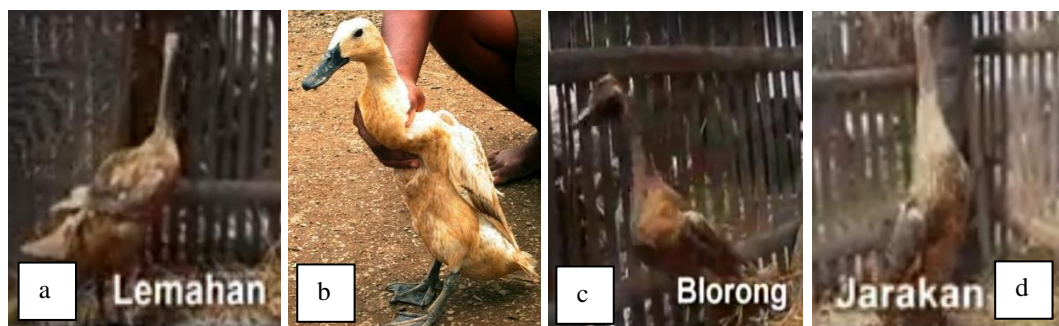
Sesuai dengan namanya, itik Tegal berkembang di Kabupaten Tegal, tepatnya di Karesidenan Pekalongan mulai dari Kabupaten Batang sampai di Kabupaten Brebes, bahkan berkembang sampai di Kabupaten Cirebon dan Indramayu Jawa Barat. Itik Tegal mempunyai ciri-ciri fisik sama dengan itik *Indian Runner* yang produksi telurnya tinggi, yaitu berdiri hampir tegak lurus, tubuh langsing bulat seperti botol. Permintaan telur dan daging itik akhir-akhir ini meningkat seiring dengan meningkatnya minat masyarakat untuk mengonsumsi telur dan daging itik. Meningkatnya permintaan ini perlu diimbangi dengan penyediaan bibit itik yang berkualitas dalam jumlah besar dan berkelanjutan. Kebutuhan bibit tidak dapat dipenuhi melalui pemeliharaan itik secara tradisional, melainkan harus secara intensif (Suparyanto 2003).

Ciri-ciri fisik itik Tegal antara lain:

- a. Bentuk badan menyerupai itik *Indian Runner* yakni kepala kecil, leher langsing, panjang dan bulat, sayap menempel erat pada badan dan ujung bulunya menutup diatas ekor (Susanti & Prasetyo 2005).
- b. Umur awal bertelur itik Tegal lebih cepat daripada itik lokal lainnya yaitu 132-162,24 hari (Subiharta *et al.* 2013). Umur awal bertelur untuk jenis itik

lokal yang lain yaitu itik Alabio ( $144,13 \pm 7,51$  hari), itik Mojosari ( $151,85 \pm 13,60$  hari), (Purba *et al.* 2004).

- c. Warna bulu penutup yang dominan pada itik Tegal adalah putih kotor dengan totol-totol coklat tua yang tegas. Pola warna bulu pada itik lokal Indonesia dibedakan menjadi sembilan, yaitu: 1) warna branjangan (56,73%), yakni warna coklat muda yang dihiasi lurik hitam, 2) warna jarakan (10,40%), yakni coklat tua yang dihiasi lurik hitam (jika terdapat kalung di lehernya disebut jarakan belang), 3) warna bosokan, yaitu ketika masih muda berwarna hitam, tetapi setelah dewasa berubah menjadi coklat tua, 4) warna gambiran, yaitu hitam dan putih, 5) warna lemahan, yaitu perpaduan antara coklat muda keabuan, 6) warna jalen (2,01%) dan putihan (3,36%), yaitu putih mulus dengan paruh dan kaki berwarna kuning jingga atau kehijauan, 7) warna pudak (1,18%), yakni bulu putih tetapi paruh dan kakinya berwarna hitam, 8) warna irengan (1,10%), yakni bulu hitam kelam, dan 9) warna jambul (1,29%), yakni warna bulu dominan hitam dan ada bulu jambul di bagian kepala (Suryana 2013). Warna lainnya adalah Lemahan (22,47%), Blorong (1,46%) (Sopiyana *et al.* 2006).
- d. Secara kuantitatif pada umur 4 minggu itik Tegal memiliki bobot badan yang relatif lebih tinggi daripada itik Magelang dan itik Mojosari (Pamungkas *et al.* 2013).



Gambar 1. Foto itik Tegal berdasarkan warna penutup bulu. a) itik Tegal Lemahan, b) itik Tegal Branjangan, c) itik Tegal Blorong, dan d) itik Tegal Jarakan

## B. Mikrosatelit

Alat utama untuk analisis biodiversitas genetik adalah marka (penanda) molekuler, yang didasarkan pada polimorfisme sekuen DNA. Marka molekuler

menunjukkan pola pewarisan sifat Mendel, sehingga dimungkinkan untuk melacak sidik jari masing-masing organisme serta menentukan sejarah evolusioner spesiesnya dengan analisis filogenetik, studi hubungan kekerabatan, struktur genetika populasi, dan pemetaan genetik (Hoshino *et al.* 2012).

Berdasarkan beberapa prinsip teknis yang telah dilakukan, terdapat tiga kelompok marka molekuler yaitu (i) hibridisasi asam nukleat berbasis basa komplemen, seperti *Restriction Fragment Length Polymorphisms*(RFLP), (ii) *Polymerase Chain Reaction* (PCR) berbasis amplifikasi DNA seperti *Random Amplification Of Polymorphic DNA* (RAPD), *Amplified Fragment Length Polymorphism*(AFLP), mikrosatelit atau *Simple Sequence Repeats* (SSR) dan (iii), *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP). Teknik pertama yaitu RFLP telah jarang digunakan karena tingkat kesulitannya yang tinggi dalam memanipulasi sampel, dan teknik ketiga yaitu SNP membutuhkan biaya yang cukup tinggi untuk genotipisasi skala besar. Teknik berbasis PCR dengan biaya relatif terjangkau saat ini lebih banyak digunakan untuk penelitian biodiversitas genetik (Hoshino *et al.* 2012).

Mikrosatelit atau *Simple Sequence Repeats* (SSR) adalah motif tandem berulang 1-6 basa yang ditemukan pada semua genom baik prokariotik maupun eukariotik, muncul baik pada daerah *coding* maupun daerah *non coding*, dan didistribusikan ke seluruh genom nuklear. Tingkat polimorfisme mikrosatelit yang tinggi menyebabkan mikrosatelit seringkali dimanfaatkan dalam dunia forensik, pemetaan, genetika populasi, dan studi evolusioner. Mikrosatelit bersifat kodominan, reproduksibilitasnya tinggi, dan relatif mudah dalam penghitungan (Ahmadi *et al.* 2007; Zane *et al.* 2002).

Peneliti mengklasifikasikan marker berdasarkan jumlahnya, seperti pengulangan pendek (1-10 basa) disebut sebagai mikrosatelit dan pengulangan panjang (10-100 basa) disebut minisatelit. Mikrosatelit dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah nukleotida, motif atau jenis sekuen pengulang, dan lokasinya pada genom. Berdasarkan jumlah nukleotida per unit pengulangan, SSR diklasifikasikan menjadi mono-, di-, tri-, tetra-, penta-, atau heksanukleotida. Sekuen ulangan di-, tri- dan tetranukleotida merupakan motif yang paling umum yang sering ditemukan dalam studi genetik molekuler (Hoshino *et al.* 2012).

Mikrosatelit juga dapat diklasifikasikan menurut jenis sekuen ulangan yang ditunjukkan, yaitu: (1) sempurna (*simple perfect*), ketika hanya memperlihatkan pengulangan tunggal seperti (AT)<sub>20</sub>; (2) tidak sempurna (*simple imperfect*), ketika sekuen ulangan disisipi oleh nukleotida berbeda yang tidak berulang seperti (AT)<sub>12</sub> GC(AT)<sub>8</sub>; dan (3) komposit, ketika terdapat dua atau lebih motif *in tandem* berbeda seperti (AT)<sub>7</sub>(GC)<sub>6</sub>. Pengulangan komposit dapat dikelompokkan menjadi sempurna (*compound perfect*) dan tidak sempurna (*compound imperfect*) (Hoshino *et al.* 2012; Wang *et al.* 2009).

Tingginya tingkat variasi genetik yang ditunjukkan oleh marker mikrosatelit merupakan variasi jumlah motif ulangan yang disebabkan oleh kesalahan replikasi dan atau pindah silang yang tidak sama/seimbang selama proses meiosis. Tumbuhan kaya akan ulangan basa AT, sedangkan hewan umumnya kaya akan ulangan basa AC. Penampakan ini yang dapat dijadikan sebagai pembeda antara genom hewan dan tumbuhan (Kalia *et al.* 2011).

SSR juga dapat ditemukan di dalam kloroplas dan genom mitokondria. SSR ditandai oleh pengulangan dengan jumlah rendah pada tiap lokus (5-100), terdistribusi menyebar secara acak sekitar 104-105 per genom dan tingginya tingkat polimorfisme. Tingginya tingkat polimorfisme menunjukkan jumlah pengulangan yang berbeda pada wilayah mikrosatelit). Hampir semua SSR genomik adalah SSR nuklear walaupun mikrosatelit juga didistribusikan ke dalam mitokondria dan kloroplas. Berdasarkan lokasinya dalam genom, mikrosatelit dapat dikelompokkan menjadi mikrosatelit nuklear/*nuclear* SSR (nuSSR), mikrosatelit mitokondria/*mitochondrial* SSR (mtSSR) dan mikrosatelit kloroplas/*chloroplastic* SSRs (cpSSR) (Zane *et al.* 2002).

Studi mengenai struktur genetik pada populasi Itik *Muscovy* dan Peking di provinsi Mazandaran, Iran menggunakan tiga belas marker mikrosatelit. Empat dari duabelas marker tidak teramplifikasi pada beberapa populasi, tiga marker monomorfik dan enam marker membentuk pita polimorfik. Jumlah alel teramati pada setiap lokus berkisar 1-4, jumlah alel efektif berkisar dari 1-3,78, heterozigositas berada pada angka 0-0,98 dan jarak genetik antara dua populasi terhitung sebanyak 0,59 % (Ahmadi *et al.* 2007).

Marker mikrosatelit digunakan oleh Li *et al.* (2012) untuk mengukur struktur dan diversitas genetik dari 10 jenis itik petelur asli pribumi China dengan 29 marker mikrosatelit, dan untuk menentukan hubungan kekerabatannya. Hasil dari analisis menunjukkan total 177 alel (rerata 6,1 alel per lokus, berkisar dari 3 sampai 10 alel). Semua populasi menunjukkan heterozigositas yang tinggi dengan nilai terendah sebesar 0,539 untuk itik Jinding dan nilai tertinggi ada pada itik hutan Jingjiang yaitu sebesar 0,609 (Li *et al.* 2012).

Analisis keragaman genetik berdasarkan marker mikrosatelit juga telah ditunjukkan melalui penelitian Hsiao *et al.* (2006). Dari 30 ekor *Tsaiya duck* (*Anas platyrhynchos*) diperoleh sebanyak 177 alel, dan semua lokus kecuali DRC022 bersifat polimorfik. Hasil analisis biodiversitas oleh Wu *et al.* (2009) menunjukkan similaritas genetik yang tinggi antara dua populasi ternak di China dan membuktikan hipotesis bahwa itik Cherry Valley adalah keturunan dari itik Beijing. Studi filogenetik menunjukkan bahwa itik Peking, itik Shaoxing, itik Cherry Valley, dan itik Aobaixing dikelompokkan ke dalam satu klaster yang sama yang terpisah dari itik Muscovy (Wu *et al.* 2008).

### **C. PAGE (*Polyacrylamide Gel Electrophoresis*)**

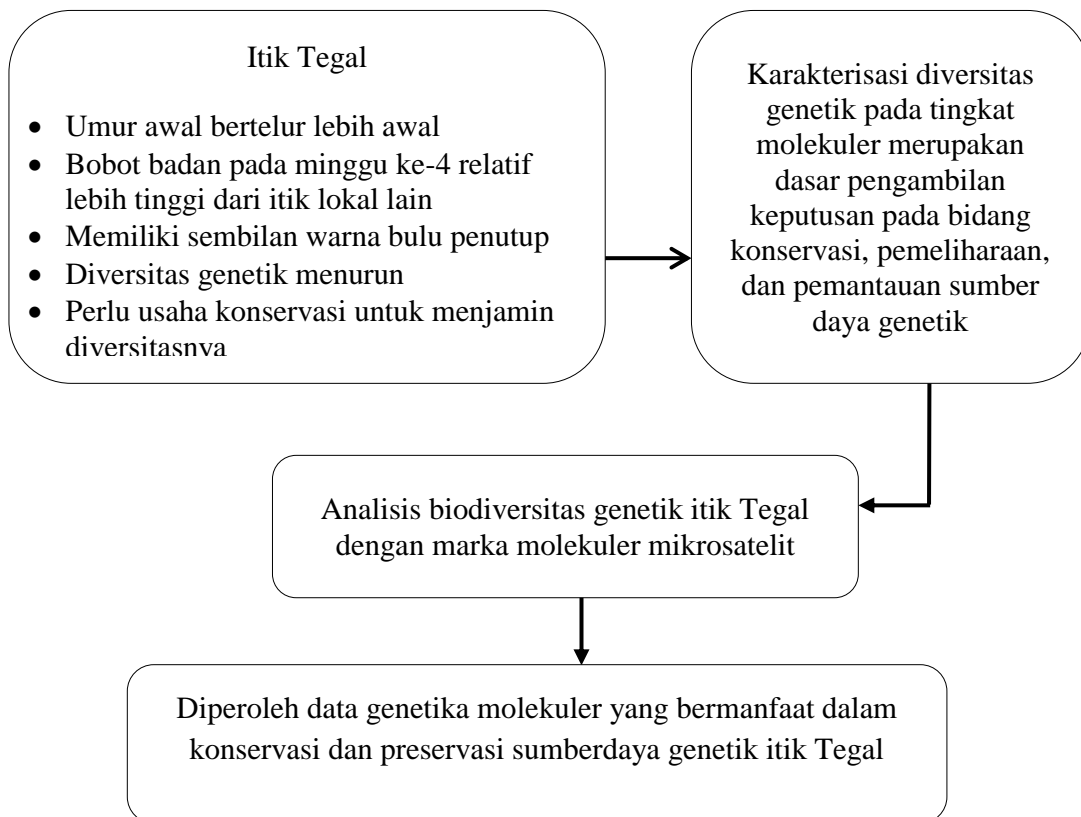
Elektroforesis merupakan salah satu teknik pemisahan molekul. Dasar teknik pemisahan ini adalah molekul bermuatan listrik mempunyai perbedaan migrasi jika diletakkan dalam suatu medan listrik. Migrasi atau pergerakan partikel koloid terjadi pada medium fluida dibawah pengaruh medan listrik. Kecepatan migrasi bergantung pada kekuatan medan listrik dan muatan dari molekul. Kecepatan gerak substansi juga dipengaruhi oleh muatan, diameter, ataupun bentuk molekul (Westermeier 2005).

*Polyacrylamide Gel Electrophoresis* (PAGE) merupakan elektroforesis dengan gel poliakrilamid sebagai medium pemisahan molekul. Gel poliakrilamid adalah gel yang terbentuk melalui polimerisasi akrilamid dengan bantuan *cross-linking agent* yaitu *N,N'-methylenebisacrylamide*. Reaksi yang terjadi adalah polimerisasi radikal bebas, yang biasanya disertai dengan penambahan amonium persulfat sebagai inisiator dan *N,N,N',N'-tetramethylethyldiamine* (TEMED) sebagai katalis (Magdeldin 2012).

Hasil elektroforesis dengan metode PAGE dilanjutkan dengan pewarnaan gel agar hasil visualisasinya dapat dilihat dan dianalisis lebih lanjut. Pewarnaan yang biasa dilakukan untuk PAGE adalah *silver staining* atau pewarnaan perak. Pewarnaan perak merupakan metode pewarnaan dengan sensitivitas yang tinggi untuk visualisasi asam nukleat dan pita protein setelah pemisahan melalui elektroforesis pada gel poliakrilamid. Asam nukleat dan protein akan mengikat ion perak, yang dapat direduksi menjadi granula perak nitrat yang tidak larut. Deposisi perak terlihat sebagai pita coklat tua pada gel (Creste *et al.* 2001).

Semua protokol pewarnaan perak memiliki tahapan utama yang sama yaitu: 1) fiksasi untuk membersihkan senyawa pengotor, 2) peresapan perak dengan larutan perak nitrat atau larutan kompleks perak amoniak, 3) pembilasan dan pencucian untuk mencetak logam perak, dan 4) penghentian dan pembilasan untuk mengakhiri proses pewarnaan dan kelebihan ion perak (Chevallet *et al.* 2006).

#### D. Kerangka Berpikir



Gambar 2. Kerangka berpikir penelitian Keragaman Itik Tegal Berdasarkan Penanda Mikrosatelit



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Keragaman genetik empat jenis itik Tegal berdasarkan warna bulu penutupnya yaitu itik Tegal Branjangan, Tegal Blorong, Tegal Tegal Jarakan, dan Tegal Lemahan menunjukkan angka yang tinggi, yang dapat disimpulkan dari tingginya variasi alel, heterozigositas, PIC, serta jarak genetiknya. Dari sepuluh lokus yang dikaji, sembilan lokus polimorfik dan satu lokus monomorfik. Secara keseluruhan, teridentifikasi 45 alel dari marker mikrosatelit polimorfik. Jumlah alel bervariasi dari 2-7 alel, dengan rerata 4,6 alel per lokus. Frekuensi alel bervariasi dari 0,0213 sampai 0,816. Terdapat 8 (88,8%) lokus yang memiliki heterozigositas lebih dari 0,50. PIC dari sembilan lokus polimorfik memiliki rentang dari 0,18 hingga 0,827 dengan rerata 0,656. Persentase lokus dengan PIC lebih dari 0,5 adalah 88,8% (8 dari 9 lokus). Nilai PIC terbesar terdapat pada lokus CAUD022 yaitu sebesar 0,827. Dari keempat jenis itik Tegal, keragaman genetik tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah Tegal Blorong, Branjangan, Jarakan, dan Lemahan.

#### **B. Saran**

Penelitian ini baru dilakukan pada empat jenis itik Tegal saja, perlu dilakukan pada jenis itik Tegal lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi AK, G Rahimi, A Vafaei, H Sayyazadeh. 2007. Microsatellite analysis of genetic diversity in Pekin (*Anas platyrhynchos*) and Muscovy (*Cairina moschata*) duck populations. *International Journal of Poultry Science* 6: 378-382.
- Alyethodi RR & S Kumar. 2010. Genetic characterization of moti indian native duck using microsatellite markers. *Journal of Applied Animal Research* 38: 223-227.
- Andres K & E Kapkowska. 2011. Applicability of anamid and galliform microsatellite markers to the genetic diversity studies of domestic geese (*Anser anser domesticus*) through the genotyping of the endangered zatorska breed. *BMC Research Notes* 4:65.
- Azmi, Gunawan, E Suharnas. 2006. Characteristic of morphologic an genetic on Talang Benih duck in Bengkulu. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 2006 1:716-722.
- Botstein D, RL White, M Skolnick, RW Davis. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *The American Journal of Human Genetics* 32: 314-331.
- Carcò G, B Grajewski, M Cassandro, M Lisowski, T Szwaczkowski. 2018. Genetic variability of some Italian and Polish duck breeds. *Italian Journal of Animal Science* 1: 1-8.
- Celis JE, N Carter, T Hunter, K Simons, JV Small & D Shotton. 2006. *Protein Detection in Gels by Silver Staining: A Procedure Compatible with Mass-Spectrometry*. Elsevier: Academic Press.
- Čerenak A, J Jakše, B Javornik. 2004. Identification and differentiation of hop varieties using simple sequence repeat markers. *Journal of the American Society of Brewing Chemist* 62: 1-7.
- Chevallet M, S Luche, T Rabilloud. 2006. Silver staining of proteins in polyacrylamide gels. *Nature Protocols* 1: 1852-1858.
- Creste S, AT Neto, A Figueira. 2001. Detection of single sequence repeat polymorphisms in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. *Plant Molecular Biology Reporter* 19: 299-306.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2017. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2004. Guidelines for development of national management of farm animal genetic resources plans. *Online at <http://dad.fao.org/en/refer/library/guidelin/marker.pdf>* [diakses tanggal 15 November 2017].

- Gaur U, A Chaudhury, MS Tantia, U Sharma, R Javed, A Sharma, P Banerjee, J Joshi, RK Vijn. 2010. Genetic relationship among duck populations of India. *Indian Journal of Animal Sciences* 80: 444-447.
- Groepper SR, TJ De Liberto, MP Vrtiska, K Pedersen, SR Swafford, SE Hygnstrom. 2014. Avian influenza virus prevalence in migratory waterfowl in the united states, 2007-2009. *Avian Diseases* 58:531-540.
- Hedrick PW. 1999. *Genetic of populations. Second edition*. Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers.
- Hoshino AA, JP Bravo, PM Nobile, KA Morelli. 2012. *Genetic Diversity in Microorganisms*. Shanghai: InTech.
- Hsiao MC, YC Hsu, YH Hu, SH Li, SR Lee, SC Liu. 2006. *Isolation and characterization of microsatellite markers in Tsaiya duck*. Symposium COA/INRA Scientific Cooperation in Agriculture, Tainan (Taiwan, R.O.C.).
- Huang HL, IY Huang, CY Lin, MC Huang. 2013. Effective strategies for identifying novel genetic markers based on DNA polymorphisms. *Journal of Molecular Biomarkers and Diagnosis* 5: 1-6.
- Huang Y, J Tu, X Cheng, B Tang, X Hu, Z Liu, J Feng, Y Lou, L Lin, K Xu, Y Zhao, N Li. 2005. Characterization of 35 novel microsatellite DNA markers from the duck (*Anas platyrhynchos*) genome and cross-amplification in other birds. *Genetics Selection Evolution* 37: 455-472.
- [IFIC] International Food Information Council Foundation. 2011. *Protein and Health*. Washington DC: FoodInsight.
- Iowa Economic Development Authority. *Poultry Sector in South East Asia*. 2017. Inno Center: Orissa International Pte. Ltd.
- Ismoyowati & D Purwantini. 2010. An estimation of genetic variation in Indonesian local duck using microsatellite marker. *Asian Journal of Poultry Science* 4: 198-204
- Ismoyowati & D Purwantini. 2014. Genetic characteristic of Indonesian local ducks based on Single Nucleotide Polymorphism (SNP) analysis in D-loop region mitochondria DNA. *Animal Production* 16: 146-155.
- Jin S, MR Hoque, D Seo, W Paek, T Kang, H Kim, J Lee. 2014. Phylogenetic analysis between domestic and wild duck species in korea using mtdna d-loop sequences. *Molecular Biology Reports* 41: 1645-1652.
- Kalia RK, MK Rai, S Kalia, R Singh, AK Dhawan. 2011. Microsatellite markers: an overview of the recent progress in plants. *Euphytica* 177: 309–334.

- Ketaren PP. 2007. Peran itik sebagai penghasil telur dan daging nasional. *Wartazoa* 17: 117-127.
- Kraus RH, HH Kerstens, P Van-Hooft, RP Crooijmans, JJ Van Der Poel, J Elmberg, A Vignal, Y Huang, N Li, HH Prins, MA Groenen. 2011. Genome wide SNP discovery, analysis and evaluation in mallard (*Anas platyrhynchos*). *BMC Genomics* 12: 150.
- Lenstra JA, LF Groeneveld, H Eding, J Kantanen, JL Williams, P Taberlet, EL Nicolazzi, J Sołkner, H Simianer, E Ciani, JF Garcia, MW Bruford, P Ajmone-Marsan, S Weigend. 2012. Molecular tools and analytical approaches for the characterization of farm animal genetic diversity. *Animal Genetics* 43: 483-502.
- Leung H, RJ Nelson, Collin. 1993. Population structure of plant pathogenic fungi and bacteria. *Advances in Plant Pathology*. 10: 157-205
- Li HF, WT Song, JT Shu, KW Chen, WQ Zhu, W Han, WJ Xu. 2012. Genetic diversity and population structure of 10 Chinese indigenous egg-type duck breeds assessed by microsatellite polymorphism. *Journal of Genetics* 89: 65-72.
- Liu W, ZC Hou, LJ Qu, YH Huang, JF Yao, N Li, N Yang. 2008. Population structure and biodiversity of chinese indigenous duck breeds revealed by 15 microsatellite markers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 21: 314-319.
- Magdeldin S. 2012. *Gel Electrophoresis-Principles and Basics*. Rijeka: InTech.
- Miah G, MY Rafii, MR Ismail, BP Adam, HA Rahim, KN Islam, MA Latif. 2013. A review of microsatellite markers and their applications in rice breeding programs to improve blast disease resistance. *International Journal of Molecular Sciences* 14: 22499-22528.
- [MIFFAF] Ministry for Food, Agriculture, Forestry. 2013. *Primary Statistics of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries*. Sejong: Korea.
- Mukesh JR, U Gaur, JL Han, S Sathyakumar. 2011. Cross-species applicability of chicken microsatellite markers for investigation of genetic diversity in Indian duck (*Anas platyrhynchos*) populations. *African Journal of Biotechnology* 10: 17623-17631.
- Muladno. 2002. *Teknik Rekayasa Genetika*. Bogor: Pustaka Wirausaha Muda.
- Nei M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individual. *Genetics* 3: 489-495.
- Pamungkas RS, Ismoyowati, SA Santosa. 2013. Kajian bobot tetas, bobot badan umur 4 dan 8 minggu serta korelasinya pada berbagai itik lokal (*Anas*

- plathyrynchos*) dan Itik Manila (*Cairina moscata*) Jantan. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1: 488-500.
- Pasiakos SM, S Agarwal, HR Lieberman, VL III Fulgoni. 2015. Sources and amounts of animal, dairy, and plant protein intake of US adults in 2007–2010. *Nutrients* 7: 7058-7069.
- Purba M, LH Prasetyo, PS Hardjosworo, RD Ekastuti. 2004. *Produktivitas Itik Alabio dan Mojosari selama 40 Minggu dari Umur 20-60 Minggu*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 639-645.
- Purwanto H. 2012. Identifikasi DNA dan Gen Resisten Terhadap Virus AI (*Avian influenza*) pada Itik Pitalah Sebagai Sumber Daya Genetik Sumatera Barat dengan PCR (*Polymerase Chain Reaction*). (Artikel). Padang: Program Pascasarjana Universitas Andalas.
- Puspitasari D. 2010. Pengaruh penambahan tepung keong mas (*Pomacea canaliculatalamarck*) dalam ransum terhadap performan produksi itik petelur. (Skripsi). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rao VR & T Hodgkin. 2002. Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 68: 1-19.
- Setiati N & Partaya. 2018. Study of mitochondria D-loop gene to detect the heterogeneity of gemak in Turnicidae family. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series* 983 012184.
- Sheriff O & K Alemayehu. 2018. Genetic diversity studies using microsatellite markers and their contribution in supporting sustainable sheep breeding programs: A review. *Cogent Food & Agriculture*. 4: 1-9.
- Sneath PHA & RR Sokal. 1973. *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. San Francisco: Freeman.
- Sopiyana S, AR Setioko, ME Yusnandar. 2006. *Identifikasi sifat – sifat kualitatif dan ukuran tubuh itik Tegal, Magelang dan Damiaking*. Pros. Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi dalam Mendukung Usaha Ternak Unggas Berdaya Saing, Semarang 4 Agustus 2006. Kerjasama Puslitbangnak dengan Fak. Peternakan UNDIP.
- Su Y, R Long, G Chen, X Wu, K Xie, J Wan. 2007. Genetic analysis of six endangered local duck populations in China based on microsatellite markers. *Journal of Genetics and Genomics* 34: 1010-1018.
- Subiharta, DM Yuwono, P Sudrajad. 2013. *Karakteristik itik Tegal (Anas platyrhynchos javanicus) sebagai itik petelur unggulan lokal jawa tengah dan upaya peningkatan produksinya*. Seminar Nasional: Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggulan Lokal Pertanian dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.

- Suparyanto A. 2003. Karakteristik itik mojosari putih dan peluang pengembangannya sebagai itik pedaging komersial. *Wartazoa* 13: 143-151.
- Suryana. 2013. Pemanfaatan keragaman genetik untuk meningkatkan produktivitas itik alabio. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 32: 100-111.
- Suryana. 2016. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Analisis Keragaman Genetik Itik Alabio (*Anas platyrhynchos Borneo*) dan Prospek Pengembangannya di Kalimantan Selatan.
- Susanti R, F Fibriana, A Yuniastuti. 2017. PCR-RLFP analysis of D-loop mtDNA in Indonesian domestic waterfowl. *Biosaintifika: Journal of Biology and Biology Education* 9: 537-544.
- Susanti T & LH Prasetyo. 2005. *Panduan karakterisasi ternak itik*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Takahashi H, M Satoh, M Minezawa, T Purwadaria, H Prasetyo. 2001. Characterization of duck microsatellite repeat sequences. *Japan Agricultural Research Quarterly* 35: 217-219.
- Tamzil MH & B Indarsih. 2017. Measurement of phenotype characteristics of Sasak ducks: Indian Runner ducks of Lombok island Indonesia. *Animal Production*. 19: 13-19.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. World urbanization prospects: the 2014 revision, highlights (ST/ESA/SER.A/352). New York. *Online at*<http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf> [diakses tanggal 15 November 2017].
- Veeramani P, R Prabakaran, SN Sivaselvam, T Sivakumar, ST Selvan, SMK Karthickeyan. 2014. Analysis of genetic distance for indigenous and exotic duck breeds. *Journal of PharmaSciTech* 2: 84-86.
- Wang ML, NA Barkley, TM Jenkins. 2009. Microsatellite markers in plants and insects. Part I. Applications of biotechnology. *Genes Genomes Genomics* 3: 54-67.
- Westermeier R. 2005. Gel electrophoresis. *Encyclopedia of life sciences* 1-6.
- Wu F, Y Huang, Y Ma, S Hu, J Hao, N Li. 2009. Evaluation of genetic diversity and relationships within and between two breeds of duck based on microsatellite markers. *Progress in Natural Science* 19: 1581-1586.
- Wu Y, X Liu, S Hou, W Huang. 2008. Study on genetic diversity of six duck populations with microsatellite DNA. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 21: 776-783.

- Zane L, L Bargelloni, T Patarnello. 2002. Strategies for microsatellite isolation: a review. *Molecular Ecology* 11: 1-16.
- Zein MSA, S Sulandari, Muladno, Subandriyo, Riwantoro. 2012. Diversitas genetik dan hubungan kekerabatan kambing lokal Indonesia menggunakan marker DNA mikrosatelit. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 17: 25-35.