

KERAGAMAN TANAMAN PUERO
(Pueraria phaseoloides)
GENOTIP LOKAL PROBOLINGGO SEBAGAI
SUMBER HIJAUAN PAKAN TERNAK

SKRIPSI

Oleh:

Nuha Varian Fakhriyansyah
NIM. 175050101111110



PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2021





KERAGAMAN TANAMAN PUERO
(Pueraria phaseoloides)
GENOTIP LOKAL PROBOLINGGO SEBAGAI
SUMBER HIJAUAN PAKAN TERNAK

SKRIPSI

Oleh :

Nuha Varian Fakhriyansyah
NIM. 175050101111110

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2021





KERAGAMAN TANAMAN PUERO
(Pueraria phaseoloides)
GENOTIP LOKAL PROBOLINGGO SEBAGAI
SUMBER HIJAUAN PAKAN TERNAK

SKRIPSI

Oleh :

Nuha Varian Fakhriyansyah
NIM. 175050101111110

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal : Rabu, 02 Juni 2021

Mengetahui:
Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

Menyetujui:
Dosen Pembimbing,



(Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi,
MS.,IPU.,ASEAN Eng.)
NIP. 19620403 1987011001

(Ir. Hanief Eko Sulisty, MP)
NIP. 196201061988021002
Tanggal:

Tanggal:







KERAGAMAN TANAMAN PUERO
(Pueraria phaseoloides)
GENOTIP LOKAL PROBOLINGGO SEBAGAI
SUMBER HIJAUAN PAKAN TERNAK

Nuha Varian Fakhriyansyah¹⁾ dan Hanief Eko Sulisty²⁾

¹⁾ Mahasiswa S1 Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

²⁾ Pengajar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Email: nuharek98@gmail.com dan hanief@ub.ac.id

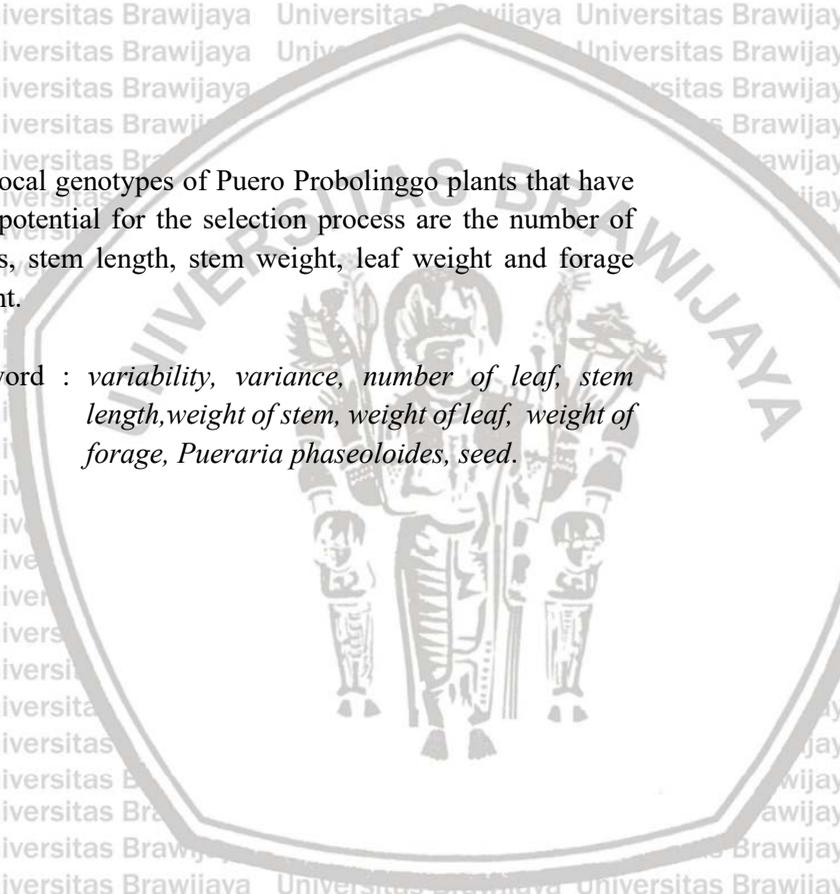
ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the quantitative character diversity of forage production in the local genotype Puero (*Pueraria phaseoloides*) as a selection material for plant genetic improvement. The material used is Puero seed derived from the local genotype of Probolinggo. The research method was an experiment in a modified single plot consisting of local genotype treatment of Puero plants. The parameters of forage production observed were the number of leaves, stem length, stem weight, leaf weight and forage weight at 80 days after planting. Data analysis used variance values compared with the standard deviation ($Sd\sigma^2$) to determine the extent or narrowness of plant diversity. The results of the analysis showed that the diversity of the local genotype Puero plant Probolinggo was wide from all the observed characters. The conclusion of this study is that *Pueraria phaseoloides* is effectively used as a selection material for forage breeding.



The local genotypes of Pueru Probolinggo plants that have high potential for the selection process are the number of leaves, stem length, stem weight, leaf weight and forage weight.

Keyword : *variability, variance, number of leaf, stem length, weight of stem, weight of leaf, weight of forage, Pueraria phaseoloides, seed.*



KERAGAMAN TANAMAN PUERO
(Pueraria phaseoloides)
GENOTIP LOKAL PROBOLINGGO SEBAGAI
SUMBER HIJAUAN PAKAN TERNAK

Nuha Varian Fakhriyansyah¹⁾ dan Hanief Eko Sulisty²⁾

¹⁾Mahasiswa Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan,
Universitas Brawijaya, Malang

²⁾Dosen Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya, Malang

Email: nuharek98@gmail.com dan hanief@ub.ac.id

RINGKASAN

Legum memiliki kandungan gizi yang tinggi, meskipun pemberian legum tidak dapat dilakukan 100%. Tanaman puero adalah salah satu legum yang sering diberikan pada ternak. Tanaman puero dapat ditanam di tanah kering serta termasuk legum berumur panjang, tumbuh membelit, menjalar. Puero tahan terhadap tanah asam, dan dapat hidup di tanah-tanah berat maupun berpasir serta dapat berfungsi sebagai pencegah erosi. Palatabilitas dan nilai pencernaan tanaman Puero mencapai 65%, kandungan nutrisi Puero antara lain 2-4% N, 30-40% Serat Kasar, 0,15-0,45% P dan 0,4-1,6 % Ca. Dengan produksi tersebut dapat dikatakan tanaman Puero memiliki potensi sebagai sumber hijauan pakan ternak.

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan September sampai dengan Desember 2020. Penanaman



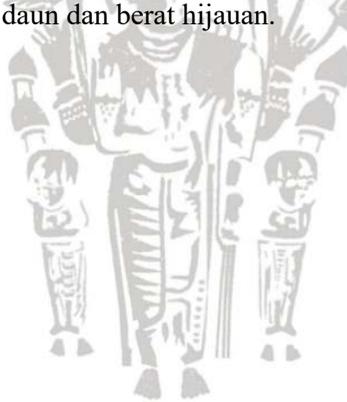
bertempat di lahan Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Cupak, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi keragaman karakter kuantitatif produksi hijauan tanaman puero (*Pueraria phaseoloides*) genotip lokal Probolinggo sebagai materi seleksi sumber hijauan pakan ternak.

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah benih tanaman Puero genotip lokal yang berasal dari daerah Probolinggo. Metode penelitian yang dilaksanakan menggunakan cara percobaan (eksperimen) dengan bentuk Rancangan Petak Tunggal. Parameter produksi hijauan yang diamati adalah jumlah daun, panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan pada umur 80 hari setelah tanam. Analisis data menggunakan nilai keragaman dibandingkan standard deviasinya ($Sd\sigma^2$) untuk menentukan luas atau sempitnya keragaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman pada tanaman Puero genotip lokal Probolinggo termasuk dalam kategori luas pada karakter jumlah daun, panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan. Diperoleh pula nilai rata-rata karakter jumlah daun (28,54 helai/tanaman), panjang batang (120,68 cm/tanaman), berat batang (16,62 gram/tanaman), berat daun (11,13 gram/tanaman) dan berat hijauan (27,72 gram/tanaman). Kisaran yang didapat masing-masing karakter adalah jumlah daun (14-98 helai/tanaman), panjang batang (51,5-207,5 cm/tanaman), berat batang (4,25-58,7 gram/tanaman), berat daun (4,06-31,09 gram/tanaman) dan berat hijauan (8,58-89,79 gram/tanaman).



Kesimpulan dari penelitian ini adalah Tanaman *Pueraria phaseoloides* genotip lokal Probolinggo efektif dijadikan sebagai materi seleksi pemuliaan hijauan pakan ternak dengan tingkat keragaman genetik yang luas pada tiap-tiap karakter yang diamati yaitu jumlah daun, panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan.





DAFTAR ISI

Isi **Halaman**

RIWAYAT HIDUP v

KATA PENGANTAR..... vii

ABSTRACT xi

RINGKASAN xiii

DAFTAR ISI..... xvii

DAFTAR TABEL xix

DAFTAR GAMBAR..... xxi

DAFTAR LAMPIRAN xxiii

DAFTAR SINGKATAN..... xxv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Rumusan Masalah..... 5

1.3. Tujuan Penelitian 5

1.4. Manfaat Penelitian 5

1.5. Kerangka Pikir..... 5

1.6. Hipotesis 8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Pueru (*Pueraria phaseoloides*) 9

2.2. Leguminosa Sebagai Hijauan Pakan Ternak .. 14

2.3. Pemuliaan Tanaman Pueru 18

2.3.1. Perkembangbiakan Generatif 21

2.3.2. Pindah Silang (Crossing Over)..... 22

2.3.3. Pemisahan Kromosom secara Bebas.... 25

2.3.4. Penyatuan Gamet Jantan dan Betina 28

2.3.5. Mutasi Spontan 31

2.3.6. Karakter Kuantitatif 33



2.3.7. Evaluasi Keragaman Plasma Nutfah	34
-----------------------------------------------	----

BAB III MATERI DAN METODE

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	39
3.2. Materi Penelitian.....	39
3.2.1. Bahan	39
3.2.2. Alat.....	39
3.3. Metode Penelitian	40
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	40
3.5. Pengamatan.....	41
3.6. Analisis Data.....	41
3.7. Batasan Istilah.....	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sumber Keragaman Genotip Lokal	43
4.2. Keragaman Tanaman <i>Pueraria phaseoloides</i> ..	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran	51

DAFTAR PUSTAKA.....	53
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	63
----------------------	-----------



DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Nilai Rerata dan Kisaran beberapa parameter karakter kuantitatif produksi Hijauan pada tanaman Puero genotip lokal Probolinggo umur 80 hst 43
2. Nilai ragam (σ^2), standart deviasi (σ), Dua kali nilai standar deviasi (2σ), pada beberapa karakter tanaman Puero 47





DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian	7
2. Tanaman Pueru (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	14
3. Proses Terjadinya Pindah Silang (<i>Crossing Over</i>)	25
4. Pemisahan Kromosom Secara Bebas	27
5. Bagian Bunga Tanaman Pueru	29
6. Proses Penyerbukan Sendiri	30
7. Proses Penyerbukan Silang	31
8. Denah Percobaan	40





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Penelitian	63
2. Data Pengukuran Produksi.....	67
3. Analisis Data.....	77
4. Dokumentasi	81





DAFTAR SINGKATAN

BPS	: Badan Pusat Statistik
Ca	: Kalsium
cm	: Centimeter
Cu	: Tembaga
dkk	: dan kawan-kawan
<i>et al.</i>	: <i>et all</i>
gr	: Gram
Ha	: Hektar
HPT	: Hijauan Pakan Ternak
Hst	: Hari Setelah Tanam
Kg	: Kilo gram
LCC	: Legume Cover Crop
m	: Meter
m d.p.l.	: Meter dalam permukaan laut
mm	: Mili Meter
P	: Fosfor
K	: Kalium
N	: Nitrogen
PK	: Protein Kasar
Se	: Selenium
S	: Belerang
Zn	: Seng
%	: Persen
σ^2	: Nilai ragam
σ	: Standart deviasi





BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah utama dalam peningkatan produksi ternak ruminansia di daerah sumber ternak ruminansia adalah sulitnya penyediaan pakan yang berkelanjutan dengan jumlah yang cukup dan kualitas yang baik. Di lain sisi pemanfaatan lahan untuk tujuan padang pastura atau penggembalaan ternak semakin tersisih oleh penanaman tanaman pangan dan perkebunan. Maka dari itu diperlukan upaya-upaya peningkatan penyediaan pakan, melalui integrasi dan diversifikasi lahan pertanian, termasuk lahan tanaman pangan (Ali, 2008). Pelaku usaha agribisnis peternakan terus-menerus melakukan upaya efisiensi biaya pemeliharaan melalui optimasi pakan ternak dikarenakan memiliki komponen biaya terbesar dalam suatu industri peternakan. Dalam pengadaannya peternak harus mengalokasikan dana sekitar 70-80% dari biaya operasional usaha yang dikeluarkan. Hal tersebut menjadikan pakan ternak sebagai salah satu faktor penentu utama biaya produksi ternak (Milah dan Wayan, 2015). Salah satu bentuk pakan yang dibutuhkan suatu usaha peternakan adalah hijauan, sebagai bahan pakan yang sangat mutlak diperlukan baik secara kuantitatif maupun kualitatif sepanjang tahun dalam sistem produksi ternak ruminansia. Proporsi hijauan pakan dalam ransum mencapai 40-80% dari total bahan kering dalam ransum atau 1,5-3% dari bobot hidup ternak ruminansia. Dilihat dari segi nutrisi hijauan merupakan pakan kaya akan serat, bahkan untuk hijauan leguminosa menjadi suplementasi mineral dan



protein yang terjangkau bagi ternak ruminansia (Abdullah, Panca dan Soedarmadi, 2004).

Data populasi ternak ruminansia di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 53.641.962 yang terdiri atas populasi Sapi potong sebesar 16.429.102, Sapi perah sebesar 540.441, Kerbau sebesar 1.321.904, Kambing sebesar 18.208.017 serta Domba sebesar 17.142.498. angka tersebut mengalami peningkatan populasi ternak ruminansia pada tahun 2019 yang berada diangka 55.591.308 yang terdiri atas populasi Sapi potong sebesar 17.118.650, Sapi perah sebesar 561.061, Kerbau sebesar 1.141.298, Kambing sebesar 18.975.955 serta Domba sebesar 17.794.344 (BPS, 2020). Dengan populasi ternak ruminansia yang semakin meningkat dari tahun-ketahun menjadi penting untuk mengantisipasi kekurangan pakan ternak ruminansia dengan upaya mendasar dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hijauan pakan ternak melalui program pemuliaan (*breeding*) guna memperbaiki genetik tanaman sehingga dapat memenuhi kebutuhan ternak ruminansia akan pakan hijauan.

Indonesia memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau, hal ini mengakibatkan masalah fluktuasi ketersediaan hijauan sebagai pakan ternak. Pergantian musim hujan dengan musim kemarau, menjadikan fluktuasi produksi hijauan bergeser melimpah ketika musim hujan tetapi terjadi kekurangan (defisit) saat musim kemarau akibat turunnya ketersediaan air dan unsur hara terlarut dalam zona rhizosfer perakaran tanaman. Jenis tanaman legum dapat menjadi solusi dalam penyediaan hijauan karena tanaman legum dapat tumbuh baik di musim kemarau, dalam kemampuannya sebagai tanaman dikotil dengan akar tunggangnya yang berfungsi sebagai organ utama penyimpanan cadangan makanan dan sifat



geotropi positif pada sistem perakarannya yang mampu membuat akar tanaman masuk lebih dalam kedalam tanah sehingga tahan terhadap kondisi kekeringan. Keuntungan lain dari jenis tanaman legum yaitu adanya simbiosis *legum-rhizobium* pada bintil akar legum yang memfiksasi nitrogen udara sehingga dapat meningkatkan kandungan N dan bahan organik untuk perbaikan kesuburan tanah. Keunggulan tanaman legum tersebut menjadikan produksi tanaman tetap stabil pada musim hujan maupun saat musim kemarau serta dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Penyediaan pakan hijauan saat musim kemarau dengan memanfaatkan limbah pertanian untuk pakan basal ternak ruminansia sebagai pengganti hijauan konvensional, menjadi pilihan sulit yang harus ditempuh. Suplementasi hijauan legume yang berprotein tinggi dapat mengatasi masalah dalam peningkatan kualitas pakan sekaligus meningkatkan *intake* (konsumsi) ketika limbah pertanian berkualitas rendah diberikan kepada ternak. Beberapa tanaman legum tropik yang bersifat perennial (hidup lebih dari satu tahun) berpotensi menjadi alternatif dalam pengadaan hijauan legum pakan ternak saat musim kemarau seperti centro, kalopo, siratro, puero, stylo dan komak. Salah satu hijauan legum yaitu tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*).

Tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*) atau bisa disebut juga tropical kudzu berasal dari Asia bagian timur dan kepulauan yang berada di Pasifik. Tanaman ini tumbuh merambat, membelit dan membentuk semak yang rimbun dengan perakaran yang kuat dengan pokok akar yang disebut dengan “mahkota” atau *crown* (Reksohadiprojo, 2005). *Pueraria javanica* atau dikenal dengan sebutan puero toleran pada intensitas cahaya yang fluktuatif, baik rendah maupun



tinggi. Pada intensitas cahaya penuh, puero mampu berproduksi 10 ton bahan kering per ha (Valentim dan Andrade, 2005). Kelebihan dari *Pueraria phaseoloides* sebagai pakan ternak (1) sangat disukai ternak ruminansia, (2) memiliki kadar protein tinggi (17,9%) dan hasil dari bahan kering yang tinggi diantara leguminosa yang lain, (3) memiliki kemampuan tahan terhadap penggembalaan, (4) Puero memiliki ketahanan terhadap kekeringan yang tidak terlalu panjang dan tetap hijau dua bulan setelah hujan terakhir (Reksohadiprojo, 2005). Kandungan protein kasar tanaman puero bervariasi dari 11.8-19% dengan kandungan serat kasar yang tinggi yaitu 36.9-41.1%. Konsentrasi Ca dan P adalah masing-masing 0.85% dan 0.25%. Walaupun tanaman ini berbulu, tapi masih cukup disukai ternak sapi (Anonymous, 2009). Faktor lingkungan tumbuh masing-masing genotip mengakibatkan terjadi seleksi alam maupun mutasi spontan dari generasi ke generasi sehingga populasi terbentuk menjadi berbagai genotip lokal yang mengarah pada homozigositas akibat selfing secara terus-menerus, di samping itu perkembangbiakan secara generatif (berbiji) dalam populasi di alam, genotip lokal tanaman Puero sebagai plasma nutfah yang menyimpan potensi sumber keragaman pada berbagai karakter kuantitatif sehingga berguna dalam rangka upaya pemuliaan tanaman. Untuk perbaikan genetik pada karakter-karakter yang diinginkan, maka dibutuhkan materi seleksi, antara lain plasma nutfah yang telah tersedia di lingkungan yaitu pada genotip lokal yang mempunyai keragaman tinggi. Penelitian ini menelaah potensi populasi genotip lokal Probolinggo tanaman *Pueraria phaseoloides* dalam meningkatkan pemanfaatannya sebagai hijauan pakan ternak, pada keragaman karakter kuantitatif produksi hijauan, antara



lain untuk karakter kuantitatif panjang batang, jumlah daun, berat batang, berat daun dan berat hijauan segar.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini bagaimana analisis keragaman karakter kuantitatif produksi hijauan, antara lain untuk karakter kuantitatif panjang batang, jumlah daun, berat batang, berat daun dan berat hijauan segar dari tanaman *Pueraria phaseoloides* Genotip Probolinggo sebagai sumber materi seleksi yang efektif dalam perbaikan genetik tanaman.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tentang keragaman karakter kuantitatif produksi hijauan pakan ternak meliputi karakter panjang batang, jumlah daun, berat batang, berat daun dan berat hijauan segar pada tanaman Puer (*Pueraria phaseoloides*) genotip lokal Probolinggo sebagai materi seleksi dalam perbaikan genetik tanaman.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini berupa materi seleksi dari tanaman Puer (*Pueraria phaseoloides*) genotip lokal Probolinggo pada karakter kuantitatif produksi hijauan seperti karakter panjang batang, jumlah daun, berat batang, berat daun dan berat hijauan segar yang diperlukan dalam rangka perbaikan genetik tanaman untuk meningkatkan penyediaan hijauan pakan ternak.

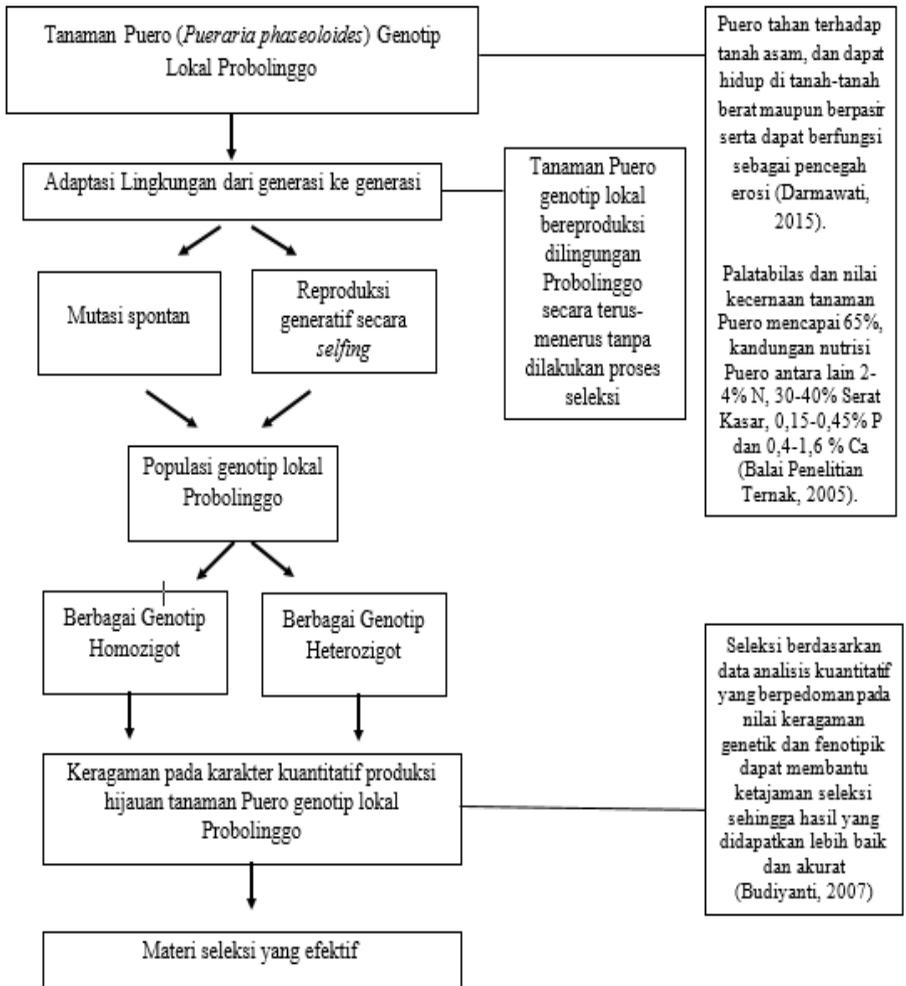
1.5. Kerangka Pikir

Tanaman Puer (*Pueraria phaseoloides*) kemungkinan besar berasal dari India Timur dan telah menyebar ditanam di negara-negara di daerah tropik dan di Pulau Ternate disebut *Fuo*

Banga, Di Asia Tenggara, India, Liberia dan di beberapa negara di Afrika Tropik. (Reksohadiprojo, 2005). Mekanisme interaksi genotip dan lingkungan yang kompleks menghasilkan bentuk adaptasi genotip tanaman Pueru terhadap lingkungan. Pada akhirnya terbentuk genotip homizigot-homozigot heterogen maupun genotip heterozigot yang mengarah ke homozigot, sebagai konsekuensi tanaman menyerbuk sendiri (*self-pollination*). (Kasno, 1992) Terjadinya homozigositas allele baik dominan maupun resesif merupakan akibat silang dalam terus menerus dalam jangka waktu lama dan pada saat bersamaan beradaptasi pada lingkungannya. Genotip-genotip homozigot pada genotip lokal tanaman Pueru (*Pueraria phaseoloides*) memiliki ciri khas karakter masing-masing sesuai habitatnya sehingga merupakan populasi yang beragam.

Genotip-genotip adaptif yang bertahan hidup dan bereproduksi secara seksual dapat menimbulkan keragaman antar individu keturunannya (Laimetheriwa, 2018). Namun demikian kondisi lingkungan selalu berubah dan berlaku seleksi alam sehingga tidak ada genotip yang mempunyai daya adaptasi superior dalam segala macam lingkungan. Dengan demikian plasma nutfah tanaman Pueru dari populasi-populasi genotip lokal merupakan sumber genetik yang mencerminkan dinamika keragaman berbagai karakter dari generasi ke generasi sehingga dapat digunakan sebagai bahan perbaikan genetik untuk meningkatkan penyediaan pakan hijauan guna memenuhi kebutuhan hidup ternak termasuk aspek produksi hijauan terutama pada karakter-karakter kuantitatif panjang batang, jumlah daun, berat batang, berat daun dan berat hijauan segar. Konsep kerangka pemikiran dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1 berikut :





Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.6. Hipotesis

Populasi tanaman Pueru dari genotip lokal Probolinggo diduga mempunyai keragaman genetik yang luas untuk karakter kuantitatif produksi hijauan seperti jumlah daun, Panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan segar sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber hijauan pakan ternak dan sebagai materi seleksi program pemuliaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*)

Genus *Pueraria* berasal dari daerah Asia bagian Timur dan Kepulauan Pasifik. Legum ini dapat membentuk semak yang rimbun dengan perakaran yang berbentuk tuber yang kuat dengan pokok akar yang disebut mahkota (*crown*). Nama lain *Pueraria phaseoloides*/*Pueraria javanica* adalah puero atau kacang ruji (Reksohadiprodjo, 2005). Puero memiliki siklus hidup perennial (berumur panjang). Ciri-cirinya tumbuh merambat, membelit dan memanjat. Sifat perakarannya dalam, memiliki daun muda yang tertutup bulu berwarna coklat, memiliki daun berwarna hijau tua dan bunganya berwarna ungu kebiruan (Soegiri, 1982). *Pueraria phaseoloides* atau puero memiliki kultur teknis dikembangbiakkan dengan memanfaatkan biji yang dihasilkan. Puero termasuk tanaman jenis legum berumur panjang (Perennial) yang berasal dari daerah subtropis, tetapi bisa hidup didaerah tropik dengan kelembapan yang tinggi. Tanaman ini tumbuh menjalar (membelit), bisa membentuk hamparan dengan ketinggian 60-75 cm (Sutopo, 1985), tanaman ini mempunyai panjang sulur sekitar 1-3 m (Skerman, 1997).

Pueraria phaseoloides merupakan salah satu legum perennial tropik yang mampu hidup lebih dari satu tahun penanaman. Puero dapat juga digunakan sebagai hijauan alternatif dalam pengadaan hijauan makanan ternak. Legum puero termasuk dalam legum yang dapat memfiksasi nitrogen, sebagian digunakan tanaman itu sendiri untuk tumbuh dan sebagian dilepaskan ke medium tumbuh atau tanah dalam



bentuk nodul-nodul (bintil akar) yang rontok kedalam tanah sehingga unsur nitrogen dalam tanah semakin meningkat (Putri dan Ni, 2018). Leguminosa Pueru ini dapat ditanam di tanah kering serta termasuk legum yang berumur panjang, Tumbuh membelit dan menjalar dipermukaan tanah (Darmawati, dkk., 2015). Pueru memiliki ketahanan akan suasana asam, dan dapat hidup di tanah-tanah berat maupun berpasir serta dapat berfungsi sebagai pencegah erosi tanah (Reksohadiprojo, 2005).

Budidaya kudzu (*Pueraria phaseoloides*), famili *Fabaceae*, sebagai tanaman kacang-kacangan penutup tanah merupakan salah satu alternatif pelestarian tanaman di lahan yang kritis. Tanaman tersebut diketahui bekerjasama dengan bintil akar yang membentuk bakteri (*Rhizobium sp.*) yang memberikan manfaat bagi siklus hara dalam tanah. Perkebunan kudzu juga memenuhi manfaat ekosistem seperti melindungi lapisan tanah atas dari erosi, menggemburkan tanah, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, meningkatkan pemupukan mikroba, meningkatkan kelembaban tanah, meningkatkan ketersediaan mineral, dan meningkatkan aerasi dalam tanah. Tanaman kudzu juga dikenal sebagai tanaman yang beradaptasi dengan baik pada iklim kering yang kritis dan memiliki kemampuan untuk tumbuh di tanah yang sangat asam atau basa. (Triwahyuningsih dan Tati, 2018). *Pueraria javanica* termasuk dalam kelompok tanaman legum yang digunakan sebagai tanaman penutup tanah yang dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* pada bintil akar tanaman sehingga tanaman dapat memfiksasi nitrogen yang banyak dari udara bebas (Adrialin, *et al.*, 2014). Legum memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen (N) di udara karena adanya bintil akar pada legum, selanjutnya nitrogen akan dikembalikan ke tanah dan



dapat dimanfaatkan oleh rumput sebagai unsur hara yang bermanfaat. Oleh karena itu diperlukan penanaman campuran antara rumput dan legum sehingga kekurangan unsur nitrogen pada rumput dapat dipenuhi dari legum sehingga bisa saling melengkapi (Trisnadewi, dkk., 2017).

Salah satu fungsi legum adalah sebagai tanaman penutup tanah (*Legum Cover Crop/LCC*) yaitu tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan/atau untuk memperbaiki sifat kimia dan sifat fisik tanah. Penanaman tanaman penutup tanah (kacangan) sangat penting di perkebunan kelapa sawit. Untuk memperoleh manfaat yang maksimal, penanaman kacang harus dapat seluruhnya menutup permukaan tanah atau 100% LCP. Tanaman penutup tanah (kacangan) merupakan tanaman yang di budidayakan, tanaman penutup tanah yang sering di gunakan untuk menutup tanah pada tanaman perkebunan, terutama tanaman kelapa sawit. Tanaman penutup tanah sangat bermanfaat bagi tanaman perkebunan, sehingga sangat di butuhkan untuk tanaman perkebunan. Tanaman penutup tanah berperan: 1) Menahan atau mengurangi daya perusak butir-butir hujan yang jatuh dan aliran air di atas permukaan tanah, 2) Meningkatkan unsur hara tanah, melalui fiksasi Nitrogen, 3) Menambah bahan organik tanah melalui batang, ranting dan daun mati yang jatuh, 4) Menekan pertumbuhan gulma, 5) Memperbaiki keadaan fisik tanah (struktur tanah, permeabilitas, aerasi), 6) Meningkatkan perkembangan perakaran kelapa sawit, 7) Melakukan transpirasi, yang mengurangi kandungan air tanah. Tanaman penutup tanah tersebut menyebabkan berkurangnya kekuatan dispersi air hujan, mengurangi jumlah serta kecepatan aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi air ke dalam tanah, sehingga mengurangi erosi. Jenis kacang



yang sering dipakai sebagai tanaman penutup tanah antara lain *Peuraria Javanica* (PJ) atau Puero, *Centrosema Pubescens* (CP), *Calopogonium Mucunoides* (CM), *Psophocarpus Palustris* (PP), *Calopogonium Caeruleum* (CC), *Mucuna Bracteata* (MB) (Nora dan Mual, 2018).

Sebelum ditanam pada Puero mempunyai stolon yang dapat mengeluarkan akar dari tiap ruas batangnya yang bersinggungan dengan tanah sehingga puero dapat menghasilkan perakaran yang dalam, bercabang-cabang sehingga dapat dikatakan dapat mencegah terjadinya erosi dalam tanah, puero juga memiliki ketahanan akan musim kemarau yang tidak terlalu panjang. Puero tahan pula terhadap tanah masam dan tanah kekurangan kapur dan fosfor, tahan permukaan air yang tinggi, dapat hidup ditanah liat maupun berpasir (Reksohadiprodjo, 2005). Jenis legum ini tergolong tanaman pioner dan mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menekan pertumbuhan gulma (Maulidesta, 2005).

Pueraria javanica bermanfaat bagi lahan perkebunan, sehingga berpotensi sebagai lahan untuk sumber hijauan Puero dan biji (bibit) Puero. *Pueraria javanica* atau dikenal dengan sebutan puero toleran pada intensitas cahaya yang fluktuatif, baik rendah maupun tinggi. Pada intensitas cahaya penuh, puero mampu memproduksi 10 ton bahan kering per ha (Valentim dan Andrade, 2005). Berkaitan dengan intensitas cahaya rendah, menurut Ali (2010) tanaman puero toleran terhadap naungan. Puero mampu menghasilkan produksi tinggi terhadap berat kering dalam areal yang 50% ternaungi. Melihat beragam kelebihannya, maka puero sangat tepat untuk dijadikan tanaman hijauan di perkebunan, maupun sebagai bahan pakan ternak.

Puero memiliki pertumbuhan yang cepat. Sekitar 5-6 bulan setelah tanam, tanaman ini sudah menutupi permukaan

lahan 90 - 100%. Di tahun kedua, puero sudah mendominasi lahan, maka perlu dilaksanakan pemangkasan rutin. Biomassa hasil pemangkasan dapat digunakan untuk beragam kegunaan seperti pembuatan kompos maupun untuk menghambat laju gulma di lahan perkebunan. Seresah puero bisa dijadikan sebagai mulsa (Prawirosurokarto, 2005). Berkaitan dengan kegunaan menghambat pertumbuhan gulma, rupanya puero memiliki kandungan alelokimia berupa isoflavonoid. Alelokimia memiliki potensi mampu menghambat perkecambahan dan pertumbuhan anakan gulma. (Park, et al., 2002).

Pueraria Javanica (PJ) atau Puero adalah tanaman Penutup Tanah/LCC (*Legume Cover Crop*) yang biasa digunakan oleh perkebunan karet dan kelapa sawit sebagai tumbuhan pioneer yang dapat meningkatkan kesuburan tanah, PJ adalah sejenis kacang yang cepat menjalar sebab memiliki keunggulan dalam mengikat unsur N (nitrogen) yang sangat dibutuhkan oleh tanaman utama (karet atau kelapa sawit) yang belum dewasa, juga kacang ini menurunkan suhu tanah pada saat kemarau (Nora dan Mual, 2018).

Klasifikasi tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*) adalah sebagai berikut :



Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Fabales*
Famili : *Fabaceae*
Suku : *Phaseoleae*
Genus : *Pueraria*
Species : *Pueraria phaseoloides*



Sumber : Penelitian Lapang 2021
Gambar 2. Tanaman Pueraria (*P. phaseoloides*)

2.2. Leguminosa Sebagai Hijauan Pakan Ternak

Pakan berperan sangat penting dalam menentukan produktivitas ternak. Kira-kira 25% dari perbedaan produksi ternak dikarenakan oleh keturunan sedangkan 75% sisanya ditentukan oleh faktor lingkungan dengan pakan sebagai faktor penentu terbesar (Anonymous, 2009). Salah satu bentuk pakan adalah hijauan, hijauan pakan ternak adalah semua bentuk bahan pakan berasal dari tanaman atau rumput termasuk leguminosa baik yang belum dipotong maupun yang sudah dipotong dari lahan dalam keadaan segar yang berasal dari pemanenan bagian vegetatif tanaman berupa bagian hijauan yang meliputi daun, batang, kemungkinan juga sedikit bercampur bagian generatif, utamanya sebagai sumber makanan ternak ruminansia (Nurlaha, dkk., 2014). Hijauan dapat berupa leguminosa, legum adalah salah satu hijauan pakan yang memiliki kandungan gizi yang tinggi, namun tidak dapat diberikan 100% dari total pemberian pakan pada ternak ruminansia. Centro dan *Pueraria phaseoloides* (Pueraria) adalah legum yang sering diberikan pada ternak (Reksohadiprojo, 2005).

Bahan pakan alami untuk ternak ruminansia adalah hijauan baik berupa rumput-rumputan maupun leguminosa. Sebagian hijauan terutama leguminosa juga bisa diberikan pada ternak monogastrik (unggas) dalam jumlah tertentu setelah mengalami pengolahan sebelumnya (pengeringan dan penggilingan). Tanaman hijauan makanan ternak yang secara garis besar dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu : (1) Tanaman hijauan makanan ternak yang tidak dibudidayakan seperti rumput lapang, padang rumput alami, semak dan pohon-pohonan, (2) Tanaman hijauan makanan ternak yang secara sengaja dibudidayakan baik secara permanen ataupun temporer. Padang rumput alami umumnya mencakup berbagai jenis/spesies rumput-rumputan atau leguminosa, sedangkan padang rumput yang dibudidayakan biasanya hanya terdiri dari satu jenis/spesies atau campuran dari hanya beberapa/sedikit jenis saja (Anonymous, 2009)

Umumnya hijauan di Indonesia rendah akan kandungan mineral, akan tetapi dengan tingginya kandungan mineral pada legum ini menjadi salah satu potensi hijauan yang berkualitas. Lebih jauh lagi, penggunaan legum dengan rasio hijauan rumput : legum sebesar 40:60% dapat meningkatkan bobot badan dan menurunkan konversi pakan ternak sapi potong (Nurhayu dan Pasambe, 2014). Produktivitas dari ternak ruminansia dapat ditingkatkan melalui perbaikan mutu dan penyediaan hijauan makanan ternak yang mampu mencukupi asupan nutrisi untuk pertumbuhan ternak sepanjang tahun (Putri dan Ni, 2018).

Ternak ruminansia harus mengkonsumsi hijauan sebanyak 10 % dari bobot badan setiap hari dan konsentrat sekitar 1,5-2 % dari jumlah tersebut termasuk suplementasi vitamin dan mineral. Oleh karena itu hijauan dan sejenisnya



terutama rumput dari berbagai spesies merupakan sumber energi utama ternak ruminansia. Ternak ruminansia membutuhkan sejumlah serat kasar dalam ransumnya agar proses pencernaannya berlangsung secara optimal. Sumber utama serat kasar adalah hijauan. Oleh karena itu, ada batasan minimal pemberian hijauan dalam ternak ruminansia (Syamsu, 2005).

Kelebihan daun tanaman legum adalah memiliki kandungan protein yang tinggi, lebih tinggi dari rumput-rumputan. Namun, penggunaan legum juga harus diperhatikan karena ada sebagian mengandung zat anti nutrisi yaitu mimosin dan tanin yang dapat membahayakan ternak jika diberikan secara berlebihan. Oleh karena itu, pemberian tanaman legum pada ternak harus dibatasi, yaitu hanya sekitar 1% dari bobot tubuh. Selain itu, sebelum diberikan, daun-daunan tanaman legum harus dilayukan terlebih dahulu lalu dicampur dengan bahan pakan lain seperti rumput. Pelayuan daun-daunan sebelum diberikan kepada ternak juga berlaku untuk daun tanaman pertanian lainnya (Angkasa, 2017)

Penggunaan legum ada ternak kambing diberikan 0,5-1,0 kg per ekor per hari; untuk ternak dewasa 1 bagian legum dan 3 bagian rumput (25% legum), untuk indukan 2 bagian legum dan 3 bagian rumput (40% legum), untuk induk bunting 3 bagian legum dan 3 bagian rumput (50% legum), untuk induk laktasi 3 bagian legum dan 3 bagian rumput) (Ginting, 2012)

Pemberian legum dalam bentuk silase dan hay sebanyak 1% dari BB sapi mampu meningkatkan konsumsi protein kasar, lemak kasar dan energi pada ransum yang diberikan. Pemberian pakan legum dalam bentuk silase dan hay 1% dari BB dapat meningkatkan pencernaan bahan kering, bahan organik, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN dan



energi pada ransum sapi. Hal ini dikarenakan kandungan energi pakan dan kebutuhan energi ternak berdasar bobot badan telah mencukupi pada kandungan pakan ini (Langga, dkk., 2016).

Tanaman legum dapat diberikan ke ternak berupa hijauan segar, hay ataupun campuran di dalam konsentrat dan dapat memberikan keuntungan terhadap kinerja pertumbuhan ternak sapi perah, sapi potong, domba maupun kambing. Pertambahan Bobot Hidup (BH) sapi potong dan sapi perah yang diberi legum sebagai pakan tunggal berkisar 0,7 kg/hari, sedangkan pada pakan campuran sebesar 0,36 kg/ekor/hari. Rataan PBBH sapi yang digembalakan pada campuran rumput dan legum adalah 680 g/hari. Daya cerna jerami BK sebesar 50,15% dan BO sebesar 53,47% jerami legum pada sapi. Pemberian legum pada produksi susu sapi perah dapat meningkatkan kandungan lemak terkoreksi 3,5% dan total padatan, sedangkan pemberian legum yang dicampur dengan hijauan lain pada domba, PBBH nya sebesar 110-200 g/ekor/hari (Sutedi, 2013).

Kelebihan dari *Pueraria phaseoloides* sebagai pakan ternak (1) sangat disukai ternak ruminansia, (2) memiliki kadar protein tinggi (17,9%) dan hasil dari bahan kering yang tinggi diantara leguminosa yang lain, (3) memiliki kemampuan tahan terhadap penggembalaan, (4) Pueraria memiliki ketahanan terhadap kekeringan yang tidak terlalu panjang dan tetap hijau dua bulan setelah hujan terakhir (Reksohadiprojo, 2005). Ransum yang ditambahkan pakan hijauan rumput dan leguminosa berbasis daun-daunan leguminosa dapat meningkatkan efisiensi penggunaan ransum menjadi lebih baik (Londra dan Putu, 2013). Rumput umumnya memiliki kandungan nutrisi terutama kandungan protein yang lebih



rendah jika dibandingkan dengan legum (Trisnadewi, dkk., 2017).

Kandungan protein kasar tanaman puero bervariasi dari 11.8-19% dengan kandungan serat kasar yang tinggi yaitu 36.9-41.1%. Konsentrasi Ca dan P adalah masing-masing 0.85% dan 0.25%. Walaupun tanaman ini berbulu, tapi masih cukup disukai ternak sapi (Anonymous, 2009). Menurut Steiner, *et al.* (2007) sekitar 67% dari total P dalam biji legum, sereal, *oilseed plant* dan limbah sereal berikatan dengan asam fitat salah satunya adalah tanaman Puero. Pada bijian sereal, asam fitat banyak terdapat pada lapisan terluar biji, sementara di sebagian besar *oilseeds* dan bijian legum asam fitat terutama terletak di lapisan aleuron dan dedak luar (Angel, *et al.*, 2002).

2.3. Pemuliaan Tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*)

Sebagian besar bunga tanaman legum *sub family Papilionaceae* mengalami penyerbukan sendiri (*self pollination*) atau disebut kleistogami (Anonymous, 1979). Penyerbukan sendiri terjadi karena sifat genetik tanaman berupa kemampuan sel kelamin untuk bergabung dalam pembuahan (kompatibilitas), dan susunan morfologi bunga yang dapat menghalangi masuknya tepung sari tanaman lain. Penyerbukan sendiri merupakan penyatuan sel telur dan sel sperma yang berasal dari satu bunga atau tanaman, sehingga untuk mempertahankan homosigositas atau memperoleh proporsi homosigositas yang makin tinggi dilakukan penyerbukan sendiri terus-menerus beberapa generasi (Poespodarsono, 1988). Pada tanaman menyerbuk sendiri, di alam bebas terdapat galur-galur homosigot. Hal ini karena pasangan gen homosigot akan senantiasa homosigot bila diserbuk sendiri, dan pasangan gen heterosigot akan bersegregasi menghasilkan genotip

homosigot dan heterosigot dengan perbandingan yang sama bila diserbuk sendiri (Makmur, 1992).

Pada tanaman menyerbuk sendiri terjadi fiksasi dan penghanyutan gen-gen secara bersamaan. Setelah beberapa generasi silang dalam, terjadi pemisahan populasi menjadi macam-macam galur bervariasi dan secara bersamaan membentuk kelompok dengan ciri-ciri spesifik (Kasno, 1992). Selanjutnya, keragaman lingkungan dapat menyebabkan perubahan akibat terjadinya mutasi spontan dalam galur atau populasi (Hallauer, *et al.*, 2010). Perubahan genotip karena perbedaan lingkungan tumbuh terlihat dengan fenotip yang fleksibel, tanaman yang morfologinya sama pada lingkungan tumbuh yang berbeda menunjukkan adanya perubahan homeostatik, sedangkan tanaman yang menunjukkan perubahan fenotipik yang jelas, merupakan perubahan plastik (Reksohadiprodjo, 2005).

Silang diri akan mengakibatkan terjadinya segregasi pada lokus yang heterosigot, frekuensi genotipe yang homosigot bertambah dan heterosigot berkurang. Kegiatan silang sendiri dapat menghasilkan gen-gen pengatur karakter yang diinginkan, seperti tahan hama penyakit, tahan rebah, sinkronisasi masa berbunga, dan daya hasil tinggi (Yasin, *et al.*, 2008). Selain itu, selama proses penyerbukan sendiri, banyak gen-gen resesif yang tidak diinginkan menjadi homosigot dan menampakkan fenotipnya karena terjadi segregasi dan berakibat penurunan vigor. Sekitar setengah dari total penurunan vigor terjadi pada generasi pertama penyerbukan sendiri, kemudian menjadi setengahnya pada generasi berikutnya (Poehlman, 1983).

Untuk meningkatkan kemampuan tanaman atau karakter yang dikehendaki sangat tergantung dari keragaman



genetik, hubungan antara karakter kualitatif dan karakter kuantitatif serta perilaku genetiknya (Basuki, 1997). Sasaran yang hendak dicapai pada program pemuliaan tanaman menyerbuk sendiri adalah sifat unggul pada tanaman galur dengan susunan genetik homosisot, disamping juga varietas hibrida dan varietas campuran galur (Poehlman, 1983). Perbaikan genetik suatu populasi akan berhasil apabila dalam populasi tersebut terdapat variabilitas genetik tinggi. Besar kecilnya peningkatan rerata populasi setiap siklus, digambarkan dari rata-rata kemajuan seleksi per siklus. Prediksi kemajuan seleksi yang diperoleh, memerlukan pengetahuan tentang nilai keragaman genetik, ragam fenotipe, intensitas seleksi dan koefisien seleksi (Andriani, *et al.*, 2015).

Pengetahuan tentang keragaman genetik sangat penting karena akan memberikan suatu informasi dasar dalam pengembangan tanaman selanjutnya. Dalam keanekaragaman yang tinggi menyimpan gen berpotensi yang tinggi pula. Perkembangan ilmu pengetahuan mempermudah mendeteksi keragaman genetik suatu individu berbasis molekuler. Secara umum keanekaragaman genetik dari suatu populasi dapat terjadi karena adanya mutasi, rekombinasi, atau migrasi gen dari satu tempat ke tempat lain (Carlen, dkk., 2015).

Keragaman sifat dalam suatu populasi disebabkan oleh keragaman genetik dan keragaman lingkungan, yang besarnya diukur dan dinyatakan sebagai varian. Keragaman genetik merupakan perbedaan yang ditimbulkan oleh perbedaan genotipe dalam populasi. Keragaman fenotip yang terjadi merupakan akibat adanya keragaman genetik dan keragaman lingkungan (Andriani, *et al.*, 2015).



2.3.1. Perkembangbiakan Generatif

Untuk menghasilkan individu baru keturunannya guna mempertahankan eksistensi keberlangsungan hidup jenisnya, maka tanaman mampu berkembangbiak (reproduksi) secara generatif (seksual) disamping juga perkembangbiakan secara vegetatif pada sebagian jenis tanaman. Reproduksi seksual tanaman adalah proses reproduksi yang melibatkan perpaduan sel jantan dan betina. Kedua gamet terdapat pada bunga, yaitu organ reproduksi tanaman yang memiliki bagian reproduksi jantan maupun betina. Terdapat dua proses pembentukan gamet /gametogenesis pada tumbuhan berbiji yaitu mikrosporogenesis dan makrosporogenesis/megasporogenesis. Mikrosporogenesis adalah pembentukan sel gamet jantan. Sementara itu, megasporogenesis adalah pembentukan sel gamet betina. Proses gametogenesis terjadi pada sel-sel kelamin diploid ($2n$) yang mengalami pembelahan meiosis untuk menghasilkan sel-sel haploid (n) (Palennari, dkk., 2016).

Meiosis tidak saja memberikan dasar sitologis untuk stabilitas dan integritas genom selama siklus reproduksi seksual tetapi juga menginduksi variasi genom sehingga menyebabkan variasi genetik generasi berikutnya. Pada profase I, rekombinasi dan persilangan terjadi antara kromatid *nonsister* di masing-masing bivalen. Peristiwa meiosis ini mengacak materi genetik dari kromosom tetua jantan dan betina di masing-masing bivalen. Selain itu, bermacam-macam independen dan pemisahan pasangan berbeda dari kromosom homolog pada anafase I menghasilkan kombinasi homolog yang berbeda pada sel anak (Cai, *et al.*, 2007).

Gamet dewasa (sel ovum dan sel sperma) yang berkembang dari sel anak haploid menyatu satu sama lain untuk membentuk keturunan diploid atau poliploid melalui



pembuahan, yaitu zigot. Satu sel zigot yang merupakan sel eukariotik hasil proses pembuahan antara dua sel gamet, sehingga genom zigot tersusun dari kombinasi DNA masing-masing gamet, dan memuat semua informasi genetika yang dibutuhkan untuk membentuk individu baru (Nursita, dkk., 2020).

Menurut Laimeheriwa (2018) pada spesies yang bereproduksi secara seksual, perilaku kromosom selama pembelahan meiosis dan fertilisasi bertanggung jawab atas sebagian besar variasi tiap generasi. Ada tiga mekanisme penyebabnya yaitu : (1). Terjadinya pindah silang, (2). Pemisahan kromosom secara bebas untuk membentuk gamet jantan dan betina dengan jumlah kromosom haploid (n), (3). Penyatuan gamet jantan dan betina membentuk zigot sebagai fertilisasi acak.

2.3.2. Pindah Silang (Crossing Over)

Pindah silang atau *crossover* adalah sebuah proses yang membentuk kromosom baru dari dua kromosom induk dengan menggabungkan bagian informasi dari masing-masing kromosom. Kromosom baru dihasilkan dari *crossover* yang disebut anak kromosom (Alfandianto, dkk., 2017). Sebagai konsekuensi dari pemilahan kromosom secara independen selama meiosis, masing-masing menghasilkan gamet yang kombinasi kromosomnya berbeda dengan kromosom kedua tetuanya. Pindah silang terjadi selama profase meiosis I. Ketika kromosom homolog pertama kali muncul bersama sebagai pasangan selama profase, suatu perlengkapan protein yang dinamakan kompleks sinaptonermal (*synaptonermal complex*) menggabungkan kromosom sehingga terikat kuat satu dengan lainnya. Fungsinya mirip sebuah resleting. Pemasangan

berlangsung secara cermat, penataan yang homolog satu sama lain gen demi gen. pindah silang terjadi ketika porsi homolog dua kromatid bukan saudara bertukar tempat. Pindah silang, dengan mengkombinasikan DNA yang diwarisi dari kedua orangtua menjadi sebuah kromosom tunggal, merupakan sumber variasi genetik yang penting dalam siklus hidup seksual (Campbell, 2002). Persilangan merupakan perkawinan antar individu ataupun populasi yang berbeda secara genetik untuk menghasilkan gabungan sifat dari induk ataupun rekombinasi gen-gen pada keturunannya. Persilangan dapat terjadi diantara individu yang berbeda spesies (persilangan interspesifik) maupun antar individu dalam satu spesies (persilangan intraspesifik) yang umumnya dikenal sebagai persilangan antar galur atau antar aksesi. Generasi keturunan hasil suatu persilangan disebut filial disimbolkan dengan huruf F besar dan angka yang menandakan urutan generasi. Contoh penulisan generasi keturunan yaitu F1 untuk generasi pertama hasil persilangan, F2 untuk generasi kedua hasil persilangan, dan seterusnya. Awalnya tujuan utama dari persilangan ialah menggabungkan dua sifat baik atau unggul dari dua induk dalam satu individu atau populasi. Lebih lanjut dalam kegiatan pemuliaan, persilangan digunakan untuk membuat keragaman genetik pada suatu populasi misalnya jagung dengan harapan akan muncul fenotipe-fenotipe baru yang sifatnya berbeda dari kedua induknya (Alianto dan Dwi, 2018).

Pindah silang dapat dibagi menjadi 2 yaitu a) Pindah silang tunggal, ialah pindah silang yang terjadi pada satu tempat. Dengan terjadinya pindah silang itu akan terbentuk empat macam gamet. Dua macam gamet memiliki gen-gen yang sama dengan gen-gen yang dimiliki induk (parental), maka dikatakan gamet-gamet tipe parental. Dua gamet lainnya



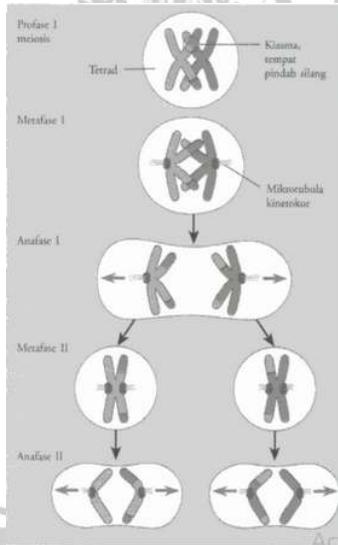
merupakan gamet-gamet baru, yang terjadi sebagai akibat adanya pindah silang. Gamet-gamet ini dinamakan gamet-gamet tipe rekombinasi. Gamet-gamet tipe parental dibentuk jauh lebih banyak dibandingkan dengan gamet-gamet tipe rekombinasi. b) Pindah silang ganda, ialah pindah silang yang terjadi pada dua tempat. Jika pindah silang ganda (*double crossing over*) berlangsung di antara dua buah gen yang terangkai (misalnya gen A dan B), maka terjadinya pindah silang ganda itu tidak akan tampak dalam fenotip, sebab gamet-gamet yang dibentuk hanya dari tipe parental saja, atau dari tipe rekombinasi saja, atau dari tipe parental dan tipe rekombinasi akibat pindah silang tunggal. Akan tetapi jika diantara gen A dan B masih ada gen ketiga, misalnya gen C, maka terjadinya pindah silang ganda antara gen A dan B akan tampak (Laimheheriwa, 2018).

Menurut Laimheheriwa (2018) kemungkinan terjadinya pindah silang ternyata dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain seperti :

1. Temperatur yang melebihi atau kurang dari temperatur biasa dapat memperbesar kemungkinan terjadinya pindah silang.
2. Makin tua suatu individu, makin kurang kemungkinan untuk mengalami pindah silang.
3. Zat kimia tertentu dapat memperbesar kemungkinan pindah silang.
4. Penyinaran dengan sinar X dapat memperbesar kemungkinan pindah silang.
5. Makin jauh jarak antara gen-gen yang terangkai, makin besar kemungkinan terjadinya pindah silang.
6. Pada umumnya pindah silang terjadi pada makhluk betina maupun jantan. Tapi ada pengecualian, yaitu



pada ulat sutera (*Bombix mori*) yang betina tidak pernah terjadi pindah silang, demikian pula pada lalat *Drosophila melanogaster* jantan.



Sumber : Campbell, 2002

Gambar 3. Proses terjadinya pindah silang (*crossing over*)

2.3.3. Pemisahan Kromosom secara Bebas

Pemisahan kromosom secara bebas untuk membentuk gamet jantan dan betina dengan jumlah kromosom haploid (n). Pembelahan sel secara meiosis akan menghasilkan sel gamet (jantan dan betina) yang memiliki kromosom haploid (n) (Laimeheriwa, 2018). Salah satu cara reproduksi seksual menghasilkan variasi genetik diperlihatkan pada gambar 4, yang menyajikan meiosis suatu sel diploid dengan dua pasang kromosom homolog. Warna merah dan biru yang membedakan

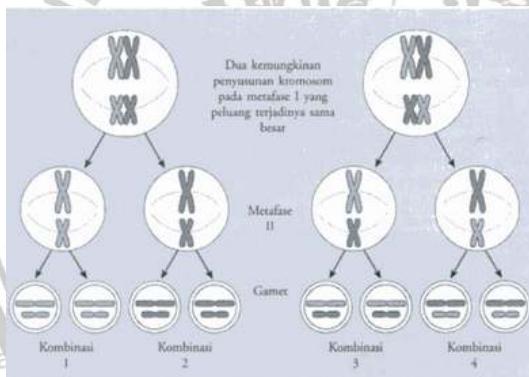


kromosom maternal dan paternal dari masing-masing pasangan homolog memudahkan untuk menelusuri kromosom individual lama berlangsungnya meiosis dan kromosom-kromosom ini dikemas dalam gamet. Pada metafase I. Pasangan homolog kromosom, masing-masing terdiri dari satu kromosom maternal dan satu kromosom paternal, diletakkan pada pelat metafase. Orientasi pasangan homolog relatif terhadap kutub-kutub sel bersifat random; ada dua kemungkinan alternatif untuk setiap pasangan. Jadi terdapat peluang 50 : 50 suatu sel anak meiosis I akan mendapatkan kromosom maternal dari pasangan homogen tertentu, dan peluang 50 : 50 bahwa sel tersebut akan menerima kromosom paternal. Karena masing-masing pasangan kromosom homolog ditempatkan secara independen terhadap pasangan lainnya dalam metafase I, orientasi ini sama randomnya dengan pelemparan koin. Maka pembelahan meiotik pertama menghasilkan pemilahan kromosom maternal dan paternal secara independen ke dalam sel anak. Masing-masing gamet mewakili satu hasil dari semua kemungkinan kombinasi antara kromosom maternal dan kromosom paternal. Jumlah kemungkinan kombinasi untuk gamet yang terbentuk melalui meiosis yang dimulai dengan dua pasangan homolog ($2n = 4$, $n = 2$) adalah empat, seperti yang ditunjukkan oleh gambar. Pada kasus $n = 3$, ada delapan kemungkinan kombinasi kromosom untuk gamet. lebih umumnya, jumlah kemungkinan kombinasi ketika kromosom memilah secara independen menjadi gamet selama meiosis adalah 2^n , dimana n adalah jumlah haploid dari organisme (Campbell, 2002).

Hukum Mendel tentang *Independent Assortment* menyatakan bahwa setiap pasangan alel dalam suatu gen memisah secara independen dari pasangan gen yang lain selama pembentukan gamet. Alel-alel dari gen-gen yang berbeda



tersebut berpasangan secara bebas/acak secara independen/tidak saling tergantung satu sama lain. Jadi seolah-olah setiap gen memiliki kromosom sendiri (Arumingtyas, 2016).



Sumber : Campbell, 2002

Gambar 4. Pemisahan kromosom secara bebas

Hukum Mendel kedua disebut juga Hukum berpasangan bebas atau Hukum Asortasi bebas atau Hukum *Independent Assortment*. Jika hukum mendel 1 didasarkan pada pemisahan gen (Segregasi) maka hukum mendel 2 ini berdasarkan pada berpasangan bebas. Yang maksudnya adalah: “bila dua individu mempunyai dua pasang atau lebih sifat, maka diturunkannya sepasang sifat secara bebas, tidak bergantung pada pasangan sifat yang lain”. Dengan kata lain, alel dengan gen sifat yang berbeda tidak saling memengaruhi. Hal ini menjelaskan bahwa gen yang menentukan tinggi tanaman dengan warna bunga suatu tanaman, tidak saling memengaruhi. Hukum mendel 2 atau hukum bebas berpasangan (berpasangan bebas) atau Hukum *Segregation* memberi kesempatan pada kita

untuk mendapatkan tanaman yang bersifat unggul (Akbar, dkk., 2015).

2.3.4. Penyatuan Gamet Jantan dan Betina

Penyatuan gamet jantan dan betina membentuk zigot sebagai fertilisasi acak. Sifat *random* fertilisasi menambah variasi genetik yang ditimbulkan dari meiosis. Dapat dianalisis sebuah zigot yang dihasilkan dari sebuah perkawinan antara sel gamet jantan dan betina. Sel telur betina, yang mewakili satu dari hampir 8 juta kemungkinan kombinasi kromosom, dibuahi oleh sebuah sel jantan tunggal yang mewakili satu dari 8 juta kemungkinan yang berbeda. Jadi, tanpa mempertimbangkan pindah silang sekalipun, sel gamet jantan dan betina dari manapun akan menghasilkan sebuah zigot dengan salah satu dari sekitar 64 triliun ($8 \text{ juta} \times 8 \text{ juta}$) kombinasi diploid (Laimeheriwa, 2018).

Fertilisasi random dapat dikatakan sebagai variasi dalam keturunan dapat dihasilkan oleh percampuran genotipe dari induk-induk mereka, yaitu melalui perkembangbiakan seksual. sel-sel kelamin mengandung setengah jumlah sel induk sehingga memungkinkan adanya penggabungan sifat diantara dua sel kelamin (sperma dan ovum) (Effendi dan Ridha, 2012).

Penyerbukan adalah perpindahan butir serbuk sari dari antera satu bunga ke kepala putik dari bunga yang sama atau bunga lain. Penyerbukan adalah metode di mana serbuk sari dipetik dari antera, yang merupakan bagian jantan dari bunga dan dipindahkan ke bagian bunga betina yang disebut stigma. Agar penyerbukan berhasil, butiran serbuk sari harus dipindahkan dari spesies bunga yang sama. Proses penyerbukan dimulai saat serbuk sari berasal dari masing-masing bunga mendarat di kepala putik dan membentuk tabung serbuk sari

dengan panjang gaya, yang menghubungkan kepala putik dan ovarium. Setelah tabung serbuk sari selesai, butir serbuk sari mulai mentransmisikan sel sperma dari butir ke ovarium. Nantinya proses pembuahan pada tumbuhan akan berlangsung saat sel sperma akan mencapai ovarium dan sel telur. Benih tersebut kemudian dilepaskan dari tanaman induknya dan membuatnya mampu tumbuh menjadi tumbuhan dan melanjutkan siklus reproduksinya dengan menggunakan metode penyerbukan (Pravin, 2020).



Sumber : Anonymous, 2009

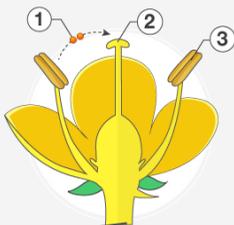
Gambar 5. Bagian Bunga Tanaman Puro

Semua tanaman yang berbunga sepenuhnya bergantung pada metode penyerbukan untuk reproduksi. Ada 2 jenis penyerbukan yaitu Penyerbukan sendiri dan Penyerbukan silang. (1) Penyerbukan sendiri ini disebut sebagai jenis penyerbukan utama karena mencakup bunga tunggal. Penyerbukan sendiri terjadi ketika butir serbuk sari jatuh langsung dari antera ke kepala putik bunga. Meskipun proses ini cukup sederhana dan cepat, yang mengarah pada penurunan

keragaman genetik karena sperma dan sel telur bunga berbagi beberapa informasi genetik. Ketika serbuk sari dipindahkan dari kepala sari bunga ke kepala putik bunga yang sama, hal itu disebut penyerbukan sendiri. Bentuk penyerbukan ini biasa terjadi pada tanaman *hermafrodit ordioecious* yang mengandung bagian kelamin jantan dan betina pada bunga yang sama (Pravin, 2020). Menurut Sudarka, dkk. (2009) penyerbukan sendiri (*self pollination*) adalah bersatunya tepung sari dengan putik yang masing-masing berasal dari tanaman itu sendiri. Penyerbukan sendiri hanya terjadi pada tanaman berumah satu (*monoecious*), yaitu bunga jantan dan betina terdapat dalam satu tanaman. Bunga tanaman menyerbuk sendiri dapat berupa bunga lengkap atau bunga sempurna. Bunga lengkap adalah bunga yang mempunyai empat organ bunga yaitu kelopak bunga (*calyx*), mahkota bunga (*corolla*), benang sari (*stament*) dan putik (*pistilum*).

SELF POLLINATION

BYJU'S
The Learning App



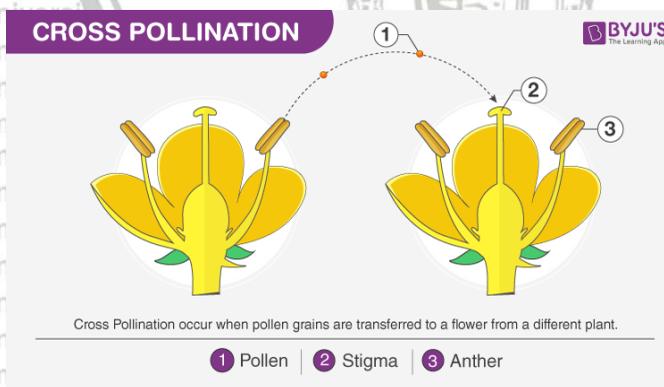
The pollination of a flower by pollen from the same flower or from another flower on the same plant.

1 Pollen | 2 Stigma | 3 Anther

Sumber : Pravin, 2020

Gambar 6. Proses Penyerbukan Sendiri

(2) Penyerbukan silang ini mengacu pada jenis penyerbukan kompleks yang memungkinkan transfer butiran serbuk sari dari antera bunga ke stigma bunga lain. Metode ini mengarah pada peningkatan keragaman genetik karena bunga yang berbeda akan berbagi dan menggabungkan informasi genetik mereka untuk menciptakan keunikan keturunan. Pada jenis penyerbukan ini, serbuk sari dipindahkan dari kepala sari satu bunga ke kepala putik bunga lain. Dalam hal ini, kedua bunga tersebut secara genetik berbeda satu sama lain. Penyerbukan silang selalu bergantung pada agen lain yang menyebabkan transfer serbuk sari. Agen penyerbukan termasuk burung, hewan, air, angin, dan serangga (Pravin, 2020).



Sumber : Pravin, 2020

Gambar 7. Proses Penyerbukan Silang

2.3.5. Mutasi Spontan

Variasi yang terdapat pada suatu individu dalam populasi sesungguhnya disebabkan oleh dua hal, yaitu: variasi genetik dan variasi lingkungan (fenokopi). Variasi genetik ialah variasi yang disebabkan karena perubahan pada bahan genetik

(terutama akibat mutasi). Variasi lingkungan ialah variasi yang disebabkan hanya oleh perubahan lingkungan, sedangkan bahan genetik tetap. Pengaruh lingkungan dapat berupa intensitas cahaya matahari, suhu, dan kandungan garam tanah (Laimheriwa, 2018).

Mutasi berasal dari kata *Mutatus* (bahasa Latin) yang artinya adalah perubahan. Mutasi adalah perubahan materi genetik yang bersifat dapat diwariskan. Kesalahan apapun yang terjadi selama replikasi gen di dalam molekul DNA pada satu atau lebih basa dapat menyebabkan timbulnya mutasi. Meskipun sel mempunyai suatu mekanisme untuk meningkatkan ketepatan replikasi DNA, terkadang bisa terjadi suatu kesalahan spontan yang menimbulkan perubahan pada DNA dan yang dapat diwariskan (Stansfield, *et al.*, 2003). Mutasi merupakan proses mengubah secara acak nilai dari satu atau beberapa gen dalam suatu kromosom. Mutasi adalah operator algoritma genetika yang bertujuan untuk membentuk individu-individu yang baik atau memiliki kualitas di atas rata-rata. Mutasi (μ) dikombinasikan dengan anak kromosom yang terbentuk dengan jumlah gen setiap kromosom, diharapkan ada kromosom dari gen pada populasi dan akan bermutasi (Basuki, 2003).

Mutasi dapat dikatakan pula sebagai perubahan materi genetik yang dapat terjadi karena beberapa faktor seperti mutasi spontan dan mutasi induksi karena mutagen. Mutasi dapat pula diartikan sebagai perubahan sekuen nukleotida dari molekul DNA, biasanya digunakan untuk perubahan pada skala relatif kecil, sedangkan rekombinasi melibatkan perubahan segmen polinukleotida di antara molekul DNA yang berbeda dan dapat menyebabkan penyusunan ulang (Prihatiningsih, dkk., 2015).

Mutasi yang terjadi tiba-tiba, tanpa diketahui kondisi lingkungannya disebut mutasi spontan. Umumnya, ini berasal dari pergerakan termal atom dan molekul yang acak di sekitar DNA, seringkali saat replikasi DNA, namun dapat terjadi pada waktu lain. Pergerakan ini, akibat energi kinetik molekul merupakan karakteristik. Selain akibat efek termal, proporsi kecil mutasi spontan juga akibat bahan kimia atau radiasi yang berada dalam atau dekat DNA. Karena tidak dapat mengobservasi peristiwa mutasi, mustahil untuk mengetahui penyebab sebenarnya (panas, kimia, radiasi) dari tiap mutasi spontan, terutama karena tiap efek fenotip tidak selalu muncul hingga waktu yang lama, beberapa generasi pada beberapa contoh (Effendi dan Ridha, 2012).

2.3.6. Karakter kuantitatif

Karakter kuantitatif merupakan karakter yang muncul oleh efek dari banyak gen bersifat aditif biasanya hubungan antar alel yang paling umum adalah kodominan atau dominan tidak penuh (Noor, 1996). Sifat kuantitatif adalah sifat atau karakter individu yang diperoleh dari hasil pengukuran. Sifat-sifat yang memiliki nilai ekonomis tinggi dipengaruhi oleh banyak pasangan gen dan faktor lingkungan. Sifat-sifat ini diukur secara kuantitatif dan menunjukkan nilai yang kontinu dan terdistribusi secara normal. Berdasarkan pengertian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa ekspresi dari performa individu dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan ($P = G + L$) (Nurgiartiningih, 2017).

Menurut Crowder (1997) poligen adalah gen-gen yang masing-masing menunjukkan sedikit pengaruhnya pada fenotip dari suatu karakter, tetapi dapat melengkapi satu dengan lainnya sehingga menghasilkan perubahan kuantitatif yang dapat



diikuti. Untuk menentukan banyaknya pasang alel poligen atau gen efektif yang terlibat dalam pewarisan suatu karakter kuantitatif, dapat digunakan formulasi dengan pemenuhan beberapa asumsi sebagai berikut : (1). tidak adanya efek lingkungan, (2). tidak ada dominansi antar alel, (3). tidak ada efek epistasi, (4). untuk semua loci/lokus gen memberikan efek yang sama dan bersifat aditif, (5). tidak ada kaitan gen (*linkage*). Bila dalam suatu karakter kuantitatif ikut efek dari gen mayor, maka akan terlihat bentuk sebaran frekuensi yang puncaknya lebih dari satu.

Seleksi akan efektif jika dilakukan pada karakter yang memiliki keragaman genetik luas. Keragaman genetik yang luas dapat meningkatkan keefektifan program seleksi terhadap karakter-karakter yang akan diseleksi. Keefektifan seleksi akan semakin efisien jika nilai duga heritabilitas suatu karakter tinggi (Widyawati, dkk., 2014).

2.3.7. Evaluasi keragaman plasma nutfah

Plasma nutfah adalah zat yang terdapat dalam setiap kelompok makhluk hidup dan merupakan sumber sifat keturunan (sumber daya genetik) yang dapat dimanfaatkan atau dirakit untuk menciptakan jenis unggul atau kultivar baru (Poespodarsono, 1988). Plasma nutfah sebagai sumber gen spesifik dapat digunakan untuk memperbaiki karakter yang diinginkan dalam pemuliaan tanaman. Plasma nutfah tanaman berfungsi sebagai sumberdaya hayati, sumber gen dan menjadi penyangga kehidupan, dapat dilestarikan akan tetapi jika telah musnah maka tidak akan ditemukan kembali. Koleksi plasma nutfah harus dikarakterisasi khususnya karakter agronomi dan Fenotipik. Plasma nutfah merupakan sumber gen yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keragaman tanaman,

sehingga ada peluang untuk memperbaiki karakter suatu populasi dan membentuk varietas (Juhriah, dkk., 2012).

Koleksi plasma nutfah merupakan sumber kekayaan keragaman genetik bagi pemuliaan tanaman. Koleksi plasma nutfah didapatkan dari berbagai daerah yang mempunyai keragaman genetik yang tinggi baik dari tempat asal berkembangnya spesies tanaman (*center of origin*) atau dari tempat dimana tanaman secara intensif dibudidayakan (*center of diversity*) (Syukur, dkk., 2012). Plasma nutfah tanaman terdiri dari keanekaragaman benih dan bahan tanam varietas tradisional dan kultivar modern, tanaman kerabat liar dan spesies tumbuhan liar lainnya. Sumber daya ini digunakan sebagai pangan, pakan untuk hewan domestik, serat, pakaian, tempat tinggal dan energi (Kusumawati, dkk., 2018). Menurut Zuraida dan Sumarno (2007) unsur plasma nutfah meliputi varietas komersial, varietas lama, *landraces*, *wild type*, mutan, *strain*, galur, varian kromosomik, transgenik dan transgenomik. Pengelolaan plasma nutfah sangat penting berfungsi sebagai penyedia tetua sumber gen sebagai bahan pemuliaan. Pada sebagian program pemuliaan, pengelola plasma nutfah suatu spesies dapat dilibatkan dalam pembentukan populasi dasar atau *gen pool* dan peningkatan populasi (*population improvement*) (Sutoro dan Zuraida, 2016). Menurut Syukur, *et al.* (2012) langkah awal bagi setiap program pemuliaan tanaman adalah koleksi berbagai genotip yang kemudian dapat digunakan sebagai sumber untuk mendapatkan genotip yang diinginkan atas dasar pemuliaan tanaman. Koleksi berbagai genotip atau plasma nutfah dapat berasal dari plasma nutfah lokal maupun introduksi. Semakin banyak koleksi plasma nutfah, semakin besar peluang untuk mendapatkan varietas unggul baru, kendatipun erosi genetik terus terjadi karena



terdesak oleh perkembangan varietas unggul (Sumarno dan Nani, 2008).

Plasma nutfah hijauan pakan ternak pada umumnya masih spesies-spesies liar lokal, belum tersentuh teknologi pemuliaan, dengan produktivitas yang masih rendah, demikian juga kualitasnya. Maka dari itu perlu dilakukan suatu upaya untuk menghasilkan hijauan pakan ternak yang berproduksi tinggi dengan pemanfaatan lahan yang efisien sesuai dalam kaitannya dengan budidaya komoditas pertanian lainnya (Baihaki, 2005). Program pemuliaan di Indonesia selama ini hanya dikonsentrasikan pada tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan tanaman kehutanan, sedangkan untuk tanaman pakan ternak belum mendapatkan perhatian secara luas, walaupun beberapa genera tanaman pakan ternak telah masuk dalam daftar genera penting untuk pertanian pada komisi sumber genetika tanaman (*Commission on Plant Genetic Resources*) yang bernaung dibawah FAO (1995).

Program pemuliaan tanaman dapat berhasil dengan baik apabila ada koleksi plasma nutfah tanaman dengan keragaman genetik yang tinggi. Plasma nutfah merupakan sumber gen yang berguna bagi perbaikan varietas tanaman seperti gen untuk ketahanan terhadap penyakit, serangga, gulma, dan juga gen untuk ketahanan terhadap cekaman lingkungan abiotik seperti kekeringan. Selain itu, plasma nutfah juga merupakan sumber gen yang dapat dimanfaatkan untuk peningkatan kualitas hasil tanaman seperti kandungan nutrisi yang lebih baik (Sumarno dan Nani, 2008). Kegiatan koleksi plasma nutfah ini diharapkan akan menjadi bank gen tanaman pakan ternak di Indonesia, untuk dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan tanaman pakan ternak dan memproduksi benih tanaman pakan ternak yang berkualitas karena selama ini



para peneliti, pengguna, petani menemui kesulitan untuk memperoleh benih tanaman pakan ternak yang berkualitas dengan jaminan mutu.

Keragaman sumber daya genetik merupakan hal yang paling penting dalam pemuliaan tanaman. Tersedianya sumber daya genetik ini merupakan langkah awal dalam program pemuliaan tanaman. Sehingga keberadaannya perlu diorganisir dan dikarakterisasi dengan baik untuk dapat digunakan dalam pemuliaan tanaman. Keragaman tanaman juga disebabkan oleh adanya perbedaan susunan genetik dan biasanya dapat diturunkan sehingga disebut juga sebagai *heritable variation* atau dapat diwarisi. Dikarenakan ekspresi gen terjadi di lingkungan, maka tingkat ekspresi sifat yang diwariskan tentu dipengaruhi oleh lingkungan tersebut, ada yang pengaruhnya besar namun ada juga yang kecil. Variasi yang dapat diturunkan sangat diperlukan dalam pemuliaan tanaman, yaitu perubahan fenotipe suatu sifat yang permanen dan perubahan genetik yang dapat diwariskan. Perubahan yang dapat diturunkan biasanya bersifat tetap dari generasi ke generasi (Dewi, 2015). Menurut Martono (2009) bahwa keragaman dinyatakan luas bila nilai ragam/varian lebih besar dari dua kali standar deviasinya ($\sigma^2 > 2Sd\sigma$); sebaliknya keragaman dinyatakan sempit bila nilai variansnya lebih kecil atau sama dengan dua kali nilai standar deviasinya ($\sigma^2 \leq 2Sd\sigma$).





BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lahan yang berlokasi di Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Cupak, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Ketinggian tempat ± 319 m d.p.l. dengan curah hujan rata-rata 85-100 mm/bulan dan rata-rata suhu 27-29°C. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan September sampai Desember 2020.

3.2. Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan adalah populasi tanaman *Pueraria phaseoloides* genotip lokal Probolinggo. Pemanenan dilakukan pada saat tanaman Pueraria berumur 80 hari setelah tanam (hst).

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu benih tanaman berupa biji tanaman *Pueraria phaseoloides* genotip lokal dari Probolinggo sebanyak $\pm 500-1000$ biji. Tempat penanaman berupa lahan tanam seluas 20 m² ukuran 4 x 5 m.

3.2.2. Alat

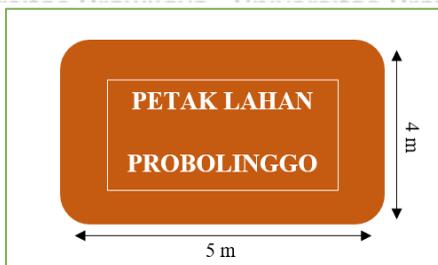
Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari alat untuk pembukaan lahan, pengolahan tanah dan penanaman benih serta pemanenan hijauan yaitu sabit, cangkul, timbangan digital dengan ketelitian 0.01, pita ukur, gunting, penggaris, alat tulis, rafia, bambu/kayu ajir serta kantong plastik.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilaksanakan menggunakan cara percobaan (eksperimen) dengan bentuk Rancangan Petak Tunggal. Tanaman puero genotip lokal Probolinggo yang ditumbuhkan pada 1 petak lahan (plot) sehingga membentuk suatu populasi beragam. Koleksi data diperoleh dengan pengamatan terhadap sampel tanaman utuh (lengkap) sejumlah 50 individu tanaman puero genotip lokal Probolinggo, yang diambil secara acak dari populasi di dalam plot.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Penanaman benih tanaman Puero berasal dari Probolinggo (genotip lokal Probolinggo) dalam 1 unit lahan percobaan, dengan jarak tanam 30 x 50 cm, jarak dalam baris (gulud) 30 cm dan jarak antar-baris (antar-gulud) 50 cm. Sebelum ditanam, benih dilakukan perlakuan dengan perendaman dalam air bersuhu 60-70°C selama 2 jam untuk merangsang perkecambahan. Benih ditanam secara tugal sebanyak \pm 1-5 biji per lubang dengan kedalaman 2-3 cm. Adapun denah percobaan disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Denah Percobaan

3.5. Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap tiap individu tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*) dari 50 individu sampel. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah beberapa karakter kuantitatif produksi hijauan meliputi :

1. Jumlah daun tiap tanaman (helai/tnm)
2. Panjang batang tiap tanaman (cm/tnm)
3. Berat batang tiap tanaman (gram/tnm)
4. Berat daun tiap tanaman (gram/tnm)
5. Berat hijauan segar tiap tanaman (gram/tnm)

3.6. Analisis Data

Data yang diperoleh dari 5 (lima) karakter kuantitatif produksi hijauan tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*), dilakukan analisis ragam dan standar deviasinya dengan bantuan program komputer Microsoft excel. Luas atau sempitnya keragaman ditentukan dengan membandingkan nilai ragam dengan standar deviasinya (σ), menurut Martono (2009) bahwa keragaman dinyatakan luas bila nilai ragam/varian lebih besar dari dua kali standar deviasinya ($\sigma^2 > 2Sd\sigma$), sebaliknya keragaman dinyatakan sempit bila nilai variansnya lebih kecil atau sama dengan dua kali nilai standar deviasinya ($\sigma^2 \leq 2Sd\sigma$).

Rumus yang digunakan untuk mengukur ragam menurut Nurgiariningsih (2017) adalah sebagai berikut :

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Rumus untuk mengukur standart deviasi adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \text{ atau } s = \sqrt{s^2}$$



Keterangan:

x_1, x_2, x_n = ukuran masing-masing individu dalam populasi,

\bar{X} = rata-rata populasi,

n = jumlah individu,

σ^2 = ragam,

σ atau s = standart deviasi,

3.7. Batasan Istilah

Genotip : Tanaman yang didapatkan dari tempat dengan kondisi agroekologi yang berbeda dan susunan genotipenya belum stabil.

Produktivitas : Kemampuan tanah untuk menghasilkan produksi tanaman tertentu diseluruh wilayah lahan.

Hijauan : Seluruh bagian tanaman (batang dan daun) yang dipanen.

Panjang batang : Panjang tanaman mulai 5 cm dari tanah sampai ujung batang.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sumber Keragaman Genotip Lokal

Tabel 1. Nilai Kisaran dan Rerata beberapa parameter karakter kuantitatif produksi hijauan pada tanaman puero genotip lokal Probolinggo umur 80 hst.

Puero Genotip Lokal Probolinggo	Jumlah Daun (helai/tnm)	Panjang Batang (cm/tnm)	Berat Batang (gram/tnm)	Berat Daun (gram/tnm)	Berat Hijauan (gram/tnm)
Kisaran	14-98	51.5-207.5	4.25-58.7	4.06-31.09	8.58-89.79
Rerata	28.54	120.68	16.62	11.13	27.72

Sumber : Hasil analisis Tanaman Puero di Lapang 2020

Hasil data nilai kisaran dan rerata beberapa parameter karakter kuantitatif produksi hijauan pada tanaman puero genotip lokal Probolinggo disajikan pada tabel 1 dan hasil perhitungan secara lengkap disajikan pada lampiran 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa 50 tanaman puero dalam petak lahan yang diambil datanya masing-masing memiliki nilai parameter kuantitatif produksi yang mana menghasilkan nilai kisaran dan nilai rerata dalam 1 populasi tanaman puero yang dianalisis datanya. Besarnya nilai parameter karakter kuantitatif produksi hijauan tanaman puero berupa jumlah daun, panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan memiliki nilai yang beragam satu dengan yang lainnya, hal tersebut dapat disebabkan oleh sumber keragaman genotip lokal berupa mutasi spontan, Pemilahan kromosom secara bebas, pindah

silang (*crossing over*) dan fertilisasi acak. Menurut Effendi dan Ridha (2012) bahwa mutasi yang terjadi tiba-tiba, tanpa diketahui kondisi lingkungannya disebut mutasi spontan. Umumnya, ini berasal dari pergerakan termal atom dan molekul yang acak di sekitar DNA, seringkali saat replikasi DNA. Karena tidak dapat mengobservasi peristiwa mutasi, mustahil untuk mengetahui penyebab sebenarnya (panas, kimia, radiasi) dari tiap mutasi spontan, terutama karena tiap efek fenotip tidak selalu muncul hingga waktu yang lama. Laimeheriwa (2018) menambahkan bahwa 1) Pemilahan kromosom secara bebas/*independent assortment*; Pembelahan sel secara meiosis akan menghasilkan sel gamet (jantan dan betina) yang memiliki kromosom haploid (n). Pada metafase I, pasangan homolog kromosom, masing-masing terdiri atas satu kromosom maternal dan satu kromosom paternal, diletakkan pada plat metafase. Karena masing-masing pasangan kromosom homolog ditempatkan secara independen terhadap pasangan lainnya dalam metafase I, orientasi ini sama randomnya dengan pelemparan koin, maka pembelahan meiosis menghasilkan pemilahan kromosom maternal dan paternal secara independen ke dalam sel anak. 2) Pindah silang/*crossing over*; Suatu proses yang dinamakan pindah silang menghasilkan kromosom individual yang menggabungkan gen-gen yang diwarisi dari tetuanya. 3) Fertilisasi acak/*random*; Sifat *random* fertilisasi menambah variasi genetik yang ditimbulkan dari meiosis. Dapat dianalisis sebuah zigot yang dihasilkan dari sebuah perkawinan antara sel gamet jantan dan betina. Sel telur betina, yang mewakili satu dari hampir 8 juta kemungkinan kombinasi kromosom, dibuahi oleh sebuah sel jantan tunggal yang mewakili satu dari 8 juta kemungkinan yang berbeda. Jadi, tanpa mempertimbangkan pindah silang sekalipun, sel gamet



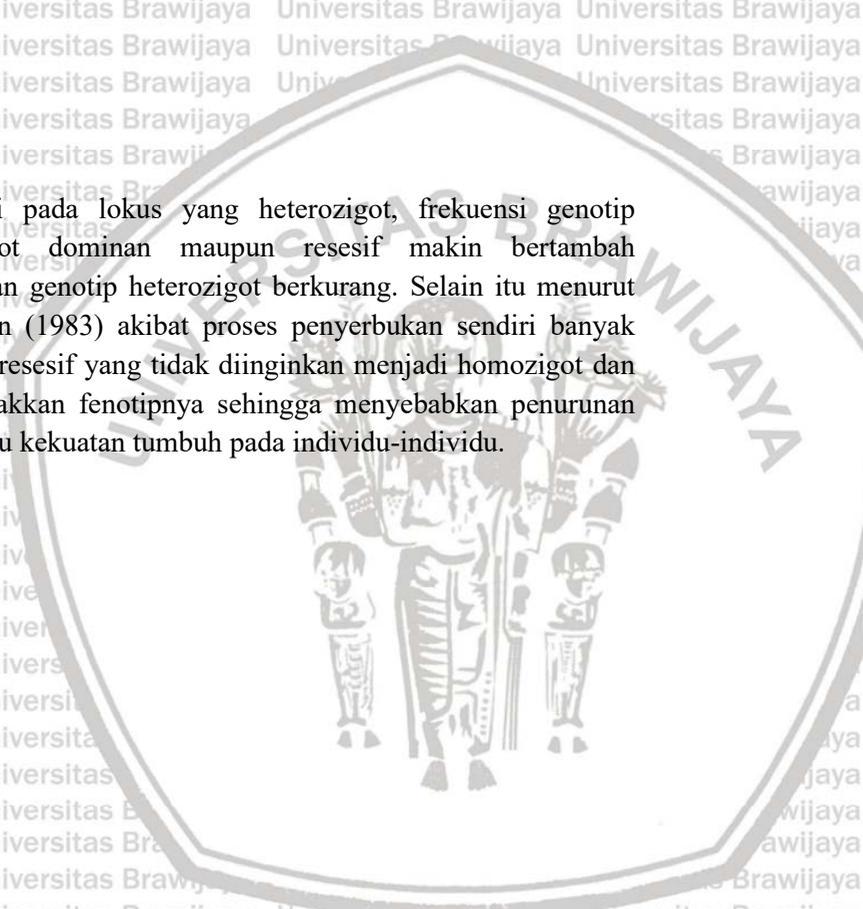
jantan dan betina dari manapun akan menghasilkan sebuah zigot dengan salah satu dari sekitar 64 triliun (8 juta x 8 juta) kombinasi diploid.

Berdasarkan data pada hasil perhitungan kisaran dan rerata pada 50 tanaman puero genotip lokal Probolinggo yang dianalisis, terdapat keragaman data pada masing-masing karakter kuantitatif produksi yang dihasilkan pada umur 80 hst. secara berturut-turut karakter kuantitatif jumlah daun, panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan, adalah 14-98 helai/tnm dan 28.54 helai/tnm; 51.5-207.5 cm/tnm dan 120.68 cm/tnm; 4.25-58.7 gr/tnm dan 16.62 gr/tnm; 4.06-31.09 gr/tnm dan 11.13 gr/tnm; 8.58-89.79 gr/tnm dan 27.72 gr/tnm. Menurut Arif, dkk. (2012) bahwa sebaran nilai (data) yang normal dan kontinyu mengindikasikan bahwa karakter tersebut dikendalikan oleh banyak gen (poligenik). Warmadewi (2017) menambahkan bahwa *natural selection* merupakan hukum alam yang merupakan hasil evaluasi secara alamiah. Individu yang kuat menghadapi keadaan lingkungan alam akan tetap hidup, sebaliknya yang tidak kuat akan tersingkir dan punah. Mutasi dapat menyebabkan terjadinya variasi sifat-sifat (keragaman karakter-karakter) dalam suatu populasi kemudian terjadi seleksi alam untuk menghasilkan individu dengan sifat yang adaptif terhadap lingkungannya.

Hal ini juga mengindikasikan bahwa penyerbukan sendiri pada tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*) pada populasi genotip lokal Probolinggo menampakkan (terekspresi) kemungkinan fenotipnya, yakni individu-individu yang mengarah pada homozigot resesif dengan kekuatan tumbuh yang tinggi serta individu-individu heterozigot yang berada diantaranya. Yasin, *et al.* (2008) menyebutkan bahwa pada tanaman yang menyerbuk sendiri mengakibatkan terjadinya



segregasi pada lokus yang heterozigot, frekuensi genotip homozigot dominan maupun resesif makin bertambah sedangkan genotip heterozigot berkurang. Selain itu menurut Poehlman (1983) akibat proses penyerbukan sendiri banyak gen-gen resesif yang tidak diinginkan menjadi homozigot dan menampakkan fenotipnya sehingga menyebabkan penurunan vigor atau kekuatan tumbuh pada individu-individu.



4.2. Kriteria Keragaman Tanaman *Pueraria phaseoloides*

Tabel 2. Nilai ragam (σ^2), standart deviasi (σ), dua kali nilai standar deviasi (2σ), pada karakter tanaman puero genotip lokal Probolinggo.

Genotip Lokal	Karakter	Ragam (σ^2)	Std deviasi (σ)	2 Std deviasi (2σ)	Keragaman
Probolinggo	Jumlah Daun	236.662	15.384	30.768	Luas
	Panjang Batang	1736.165	41.667	83.334	Luas
	Berat Batang	100.561	10.028	20.056	Luas
	Berat Daun	30.008	5.478	10.956	Luas
	Berat Hijauan	231.312	15.209	30.418	Luas

Sumber : Hasil analisis Tanaman Puero di Lapang 2020

Keterangan : Keragaman dinyatakan luas apabila nilai ($\sigma^2 > 2\sigma$)

Hasil data nilai ragam, standar deviasi, dua kali standar deviasi pada karakter tanaman puero genotip lokal Probolinggo disajikan pada tabel 2 dan hasil perhitungan secara lengkap disajikan pada lampiran 3. Hasil analisis menunjukkan bahwa keragaman 1 populasi tanaman puero dapat dilihat dari nilai ragam dan nilai standar deviasinya. Menurut Agustina dan Waluyo (2017) bahwa keragaman karakter kuantitatif dan keanekaragaman genotip berguna untuk mengetahui pola pengelompokan genotip pada populasi tertentu berdasarkan karakter yang diamati dan dapat dijadikan sebagai dasar kegiatan seleksi. Adanya keragaman genetik dalam suatu populasi berarti terdapat variasi nilai genotip antar individu dalam populasi tersebut. Hal tersebut merupakan syarat agar seleksi di dalam populasi tersebut berhasil seperti yang

direncanakan. Semakin tinggi keragaman genetik pada populasi maka semakin besar pula kemungkinan kombinasi sifat-sifat yang diperoleh. Keragaman yang terdapat dalam populasi biasanya disebabkan oleh pengaruh lingkungan yaitu karena kondisi tempat tinggal organisme tersebut tidak seragam dan tidak konstan, sehingga seringkali mangaburkan sifat genetik yang dimiliki oleh suatu organisme (Apriliyanti, dkk., 2016).

Berdasarkan data pada hasil perhitungan nilai ragam, standar deviasi dan dua kali standar deviasi pada tiap karakter 1 populasi tanaman puero genotip lokal Probolinggo menunjukkan bahwa keragaman karakter produksi tanaman puero masuk dalam kategori keragaman yang luas pada semua karakter yang dianalisis. Pada populasi tanaman Puero genotip lokal Probolinggo menunjukkan keragaman karakter produksi hijauan tinggi pada semua karakter ditunjukkan dengan nilai ragam (σ^2) yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua kali standar deviasinya (2σ). Keragaman karakter-karakter tersebut adalah jumlah daun, panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan, yang berturut-turut pada genotip lokal Probolinggo adalah $236.662 > 30.768$, $1736.165 > 83.334$, $100.561 > 20.056$, $30.008 > 10.956$ dan $231.312 > 30.418$. Dari hasil analisis tersebut dapat menjawab dugaan bahwa tanaman Puero dari genotip lokal Probolinggo diduga mempunyai keragaman genetik yang luas untuk karakter kuantitatif produksi hijauan seperti jumlah daun, Panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan segar sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber hijauan pakan ternak dan sebagai materi seleksi program pemuliaan. Menurut Martono (2009) bahwa keragaman dinyatakan luas bila nilai ragam/varian lebih besar dari dua kali standar deviasinya ($\sigma^2 > 2Sd\sigma$), sebaliknya keragaman dinyatakan sempit bila nilai



variannya lebih kecil atau sama dengan dua kali nilai standar deviasinya ($\sigma^2 \leq 2Sd\sigma$). Budiyantri (2007) menambahkan bahwa keragaman genetik yang tinggi pada suatu karakter dapat mempengaruhi keragaman fenotipik pada populasi, sehingga terdapat peluang lebih besar dalam melakukan seleksi. Keragaman genetik yang rendah tidak memberi peluang yang besar dalam memilih fenotip yang diinginkan. Keragaman yang sempit menunjukkan bahwa individu dalam populasi memiliki karakter yang hampir sama sehingga proses seleksi tidak efektif.

Keragaman merupakan parameter yang perlu dicermati dalam memilih suatu populasi yang akan diseleksi. Besar kecilnya keragaman dan tinggi rendahnya rerata dalam 1 populasi tanaman yang digunakan sangat menentukan keberhasilan pemuliaan tanaman. Keragaman genetik merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan usaha pemuliaan tanaman (Poespodarsono, 1988). Tingginya keragaman memberikan peluang makin baik dalam perbaikan karakter yang dikehendaki (Nur, dkk., 2013). Jameela (2014) menambahkan bahwa semakin tinggi keragaman genetik yang dimiliki makin besar peluang keberhasilan program pemuliaan tanaman. Disamping itu, keragaman genetik yang tinggi juga dapat meningkatkan respon seleksi karena respon seleksi berbanding lurus dengan keragaman genetik.

Dalam pemanfaatannya sebagai sumber hijauan, dapat dinyatakan bahwa tanaman Puero genotip lokal Probolinggo mempunyai peluang untuk dilakukan proses seleksi secara efektif sebagai tanaman yang menghasilkan hijauan berdasarkan karakter kuantitatif jumlah daun, panjang batang, berat batang, berat daun dan berat hijauan.





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Tanaman puero genotip lokal probolinggo masuk dalam tingkat keragaman yang luas dalam tiap-tiap parameter produksi yang dianalisis. Hasil analisis menunjukkan masing-masing parameter produksi hijauan mulai dari jumlah daun sebesar $236.662 > 30.768$, panjang batang sebesar $1736.165 > 83.334$, berat batang sebesar $100.561 > 20.056$, berat daun sebesar $30.008 > 10.956$ dan berat hijauan sebesar $231.312 > 30.418$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanaman puero (*Pueraria phaseoloides*) genotip lokal Probolinggo masuk kedalam kriteria sebagai bahan materi seleksi dalam perbaikan genetik tanaman puero.

5.2. Saran

Untuk penanaman sampel tanaman sebaiknya dilakukan satu lubang tanam disisakan satu tanaman saja agar tiap tanaman mendapatkan perlakuan yang sama baik ketersediaan air, cahaya matahari dan faktor lingkungan yang mempegaruhi pertumbuhan tanaman lainnya dan perlu dilakukan seleksi dan penelitian berkelanjutan pendugaan parameter genetik heritabilitas dan keragaman genetik untuk mendapatkan individu tanaman *Pueraria phaseoloides* genotip lokal yang keunggulan karakter produksi hijauannya terwariskan pada keturunannya sampai dengan 5-6 keturunan hingga tercipta galur murni unggulan dari tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*).





DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L., P.D.M.H. Karti dan S. Hardjosoewignjo. 2004. Reposisi Tanaman Pakan Dalam Kurikulum Fakultas Peternakan. *Jurnal Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak*, 1(1) : 11-17.
- Adrialin, G.S., Wawan dan Y. Venita. 2014. Produksi Biomassa, Kadar N dan Bintil Akar Berbagai *Leguminous Cover Crop* (LCC) Pada Tanah *Dystrudepts*. *Jurnal Faperta*, 1(2) : 1-9.
- Agustina, N.I., dan B. Waluyo. 2017. Keragaman Karakter Morfo-Agronomi Dan Keanekaragaman Galur Galur Cabai Besar (*Capsicum Annuum L.*). *Jurnal Agro*, 4(2) : 120–130.
- Akbar, R.T., H. Soewarto dan M. Aries. 2015. Implementasi Sistem Hereditas Menggunakan Metode Persilangan Hukum Mendel Untuk Identifikasi Pewarisan Warna Kulit Manusia. *Jurnal Hereditas*, 1(1) : 1-13.
- Alfandianto, A., Y.A. Nugroho dan W. Setiafindari. 2017. Penjadwalan Produksi Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika di PT Pertani (PERSERO) Cabang D.I. Yogyakarta. *Jurnal Disportek*, 8(2) : 1-7.
- Ali, A.I.M. 2008. Potensi, Ragam Gulma Sebagai Hijauan Pakan dan Palatabilitasnya di Areal Tanaman Ubi Kayu. *Jurnal Nutrisi Pakan Ternak*, 1(1) : 1-11.



Alianto dan D.N. Huda. 2018. Aplikasi Pembelajaran Persilangan Berdasarkan Hukum Mendel. *Jurnal Bangkit Indonesia*, 1(1) : 1-9.

Andriani, A., M. Azrai, W.B. Suwarno, dkk. 2015. Pendugaan Keragaman Genetik dan Heritabilitas Jagung Hibrida Silang Puncak pada Perlakuan Cekaman kekeringan. *Jurnal Informatika Pertanian*, 24(1) : 91-100.

Angel, R., N.M. Tamim, T.J. Applegate, *et al.* 2002. Phytic acid chemistry : influence on phytinphosphorus availability and phytase efficacy. *The Journal of Applied Poultry Research*, 11(4) : 471-480.

Angkasa, S. 2017. *Ramuhan Pakan Ternak*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Anonymous. 1979. *Tropical Legumes : Resources for the Future*. Washington D.C. : National Academy of Sciences.

Anonymous. 2009. *Pengetahuan Bahan Makanan Ternak*. Bogor : Fakultas Peternakan IPB.

Apriliyanti, N.F., L. Soetopo dan R. Respatijarti. 2016. Keragaman Genetik pada Generasi F3 Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(3) : 209-217.

Arif, A.B., S. Sujiprihati dan M. Syukur. 2012. Pendugaan Parameter Genetik pada Beberapa Karakter Kuantitatif pada Persilangan antara Cabai Besar dengan Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). *J. Agron. Indonesia*, 40(2) : 119 – 124.



Arumingtyas, E.L. 2016. *Genetika Mendel : Prinsip Dasar Pemahaman Ilmu Genetika*. Malang : UB Press.

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Domba Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Kambing Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Kerbau Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Sapi Perah Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Sapi Potong Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.

Baihaki, A. 2005. *Pemuliaan Tanaman Pakan Ternak. Prosiding Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak 2005 Puslitbang Peternakan*. Jakarta : Puslitbang Peternakan.

Balai Penelitian Ternak. 2005. *Leguminosa Herba Untuk Cover Crops dan Pakan Ternak*. Bogor : Agro inovasi.

Basuki, N. 1997. *Pendugaan Peran Gen. Diktat Kuliah*. Malang : Faperta Universitas Brawijaya.



Budyanti, T. 2007. Variabilitas dan Heritabilitas Beberapa Karakter Buah Dari 15 Aksesori Pepaya Generasi F1. *Jurnal Penelitian dan Informasi Pertanian Agrin*, 11(2) : 1-9.

Cai, X., and S.S. Xu. 2007. Meiosis Driven Genome Variation in Plants. *Current Genomics*, 8(3) : 151-161.

Campbell, N.A., J.B. Reece dan L.G. Mitchell. 2002. *Biologi Edisi Kelima : Jilid I*. Jakarta : Erlangga.

Carlen, C.Y., I.P. Yuda dan F. Zahida. 2015. Keanekaragaman Genetik dan Identifikasi Jenis Kelamin *Lonchura fuscans* Secara Molekuler. *Jurnal Keragaman Genetik*, 1 (1) : 1-10.

Crowder, R.V. 1997. *Genetika Tumbuhan*. Yogyakarta : UGM Press.

Darmawati, A., S. Anwar dan I. Hermanan. 2015. Kualitas dan Efisiensi Serapan N pada *Centrosema pubescens* (centro) dan *Pueraria phaseoloides* (puero) Akibat Pemberian Pupuk Iodine. *Jurnal Agripet*, 15(1) : 7-12.

Dewi, S.M., Sobir, M. Syukur. 2015. Interaksi Genotipe X Lingkungan Hasil Dan Komponen Hasil 14 Genotipe Tomat Di Empat Lingkungan Dataran Rendah. *J. Agron. Indonesia*, 43(1): 59-65.

Effendi S.H., dan K.T. Ridha. 2012. *Kode Genetik dan Mutasi*. Bandung : Universitas Padjadjaran.



Ginting, S.P. 2012. *Pengelolaan Pakan dalam Usaha Ternak Kambing*. Deli Serdang : Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan

Hallauer, A.R., M.J. Carena and J.B.M. Filho. 2010. *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa : Iowa State University Press.

Jameela, H., A.N. Sugiharto dan A. Soegianto. 2014. Keragaman Genetik Dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil Pada Populasi F2 Buncis (*Phaseolus Vulgaris L.*) Hasil Persilangan Varietas Introduksi Dengan Varietas Lokal. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(4) : 324-329.

Juhriah, Baharuddin, Y. Musa, dkk. 2012. Keragaman Fenotipik Plasma Nutfah Jagung Lokal Sulawesi Barat Dan Sulawesi Tengah Dengan Jagung Asal Cimmyt Untuk Seleksi Jagung Provit – A. *Jurnal biologi*, 1(1) : 23-30.

Kasno, A. 1992. *Pemuliaan Tanaman Kacang-Kacangan dalam Proseding Simposium Pemuliaan Tanaman I*. (Ed. A.Kasno Dkk). Surabaya : Ppti Jawa Timur.

Kusumawati A., N.E. Putri, N.O. Azhar dan E. Swasti. 2018. Karakterisasi Plasma Nutfah Buah Lokal Di Kabupaten Lima Puluh Kota Dan Kota Solok. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 3(1) : 1-8.

Laimehariwa, B.M. 2018. *Mekanisme Variasi Individu dalam Populasi. Numerical Taxonomy of Fish Larvae Project*. Ambon : Pattimura University.



Langga, E.U.K., G. Oematan dan M. Yunus. 2016. Pengaruh Pemberian Clitoria ternatea Bentuk Hay dan Silase terhadap Konsumsi, Kecernaan Nutrisi pada Sapi Ongole. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 3(2): 150-160.

Makmur, A. 1992. *Pengantar Pemuliaan Tanaman*. Jakarta : Rineka Cipta.

Martono, B. 2009. Keragaman Genetik, Heritabilitas dan Korelasi Antar Karakter Kuantitatif Nilam (*Pogostemon sp.*) Hasil Fusi Protoplas. *Jurnal Littri*, 15(1) : 9-15.

Milah, H., dan W.F. Mahmudy. 2015. Implementasi Algoritma Evolution Strategies Untuk Optimasi Komposisi Pakan Ternak Sapi Potong. *Jurnal PTIIK*, 5(11) : 1-10.

Maulidesta, N. 2005. *Efek Pemberian Mikoriza dan Pembenh Tanah Terhadap Produksi Leguminosa pada Media Tailing Liat dari Pasca Penambangan Timah*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Noor, M. 1996. *Padi Lahan Marjinal*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Nora, S., dan C.D. Mual. 2018. *Budidaya Tanaman Kelapa Sawit*. Jakarta Pusat : Pendidikan Pertanian Kementerian Pertanian.

Nur, A., N.R. Iriany dan A.M. Takdir. 2013. Variabilitas Genetik Dan Heritabilitas Karakter Agronomis Galur Jagung Dengan Tester Mr 14. *Jurnal Agroteknos*, 3(1) : 34-40.



Nurgiariningsih, A. 2017. *Pengantar Parameter genetik pada ternak*. Malang : UB Press.

Nurlaha, A. Setiana dan N.S. Asminaya. 2014. Identifikasi Jenis Hijauan Makanan Ternak di Lahan Persawahan Desa Babakan Kecamatan Dramaga Kabupaten Bogor. *Jurnal JITRO*, 1(1) : 54-62.

Nursita, I.W., H. Pratiwi, N. Cholis and M. Taufiqi. 2020. The Comparison of Sweating Rate and Sweat Gland Anatomy between Simmental and Its Crossing with Ongole Crossbred (Simp) Bulls. *Journal Animal Production*, 478(1) : 12-47.

Palennari, M., H. Lodang, A. Muis dan F. Sudrajat. 2016. *Biologi Dasar Bagian Pertama*. Makassar : Alauddin University Press

Park, L.J., R.D. Tanner dan A. Prokop. 2002. *Kudzu (Pueraria lobata), a valuable potential commercial resource: food, paper, textiles and chemicals*. In: *Pueraria: Genus Pueraria (ed. By Keung W.M.)*. London : Taylor and Francis.

Poehlman, J.M. 1983. *Breeding Field Crops. Second ed.* Westport : The Avi Publishing Company Inc.

Poespodarsono, S. 1988. *Dasar-Dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor*. Bogor : Lembaga Sumberdaya Informasi Ipb.

Pravin, S.P. 2020. *Plant Organism Interaction*. Pune : handmal Tarachand Bora College Shirur.

Prawirosurokarto. 2005. *Tanaman penutup tanah*. Medan : Universitas Sumatra Utara.

Prihatiningsih, N., T. Arwiyanto, B. Hadisutrisno dan J. Widada. 2015. Mekanisme Antibiosis *Bacillus Subtilis* B315 Untuk Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Kentang. *Jurnal HPT Tropika*, 15(1) : 64-71.

Putri, T.I., dan N.P. Mariani. 2018. Produktivitas *Pueraria phaseoloides var. Javanica* Dipupuk dengan Pupuk Kandang dari Sapi yang Diberi Ransum Berkonsentrat Disuplementasi Ammonium Sulfat. *Jurnal Pastura*, 8(1) : 39-43.

Reksohadiprodjo, S. 2005. *Produksi Tanaman Hijauan Makanan Ternak Tropik* Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.

Skerman, P.J., and Riveros. 1997. *Tropical Grasses*. Rome : FAO.

Soegiri, J. 1982. *Mengenal Beberapa Jenis Hijauan Makanan Ternak Daerah Tropik*. Jakarta : Direktorat Bina Produksi Peternakan.

Stansfield, W.D., J.S. Colome dan R.J. Cano. 2003. *Molecular and Cell*. New York : McGraw-Hill Companies Inc.

Steiner, T., R. Mosenthin, B. Zimmermann, *et al.* 2007. Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. *Anim Feed Sci Technol.*, 133(3-4) : 320-334.



Sudarka, W., S.M. Sarwadana, I.G. Wijana, dkk. 2009. *Pemuliaan tanaman. Buku Ajar Program Studi Agronomi*. Denpasar : Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

Sumarno dan N. Zuraida. 2008. Pengelolaan Plasma Nutfah Tanaman Terintegrasi dengan Program Pemuliaan. *Buletin Plasma Nutfah*, 14(2) : 57-67.

Sutedi, E. 2013. Potensi Kembang Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Tanaman Pakan Ternak. *Wartazoa*. 23(2) : 51-62.

Sutopo, L. 1985. *Teknologi Benih*. Jakarta : Rajawali.

Sutoro dan N. Zuraida. 2016. *Pengelolaan Plasma Nutfah Jagung*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Bogor

Syamsu, J.A. 2005. *Analisis Potensi Limbah Tanaman Pangan sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia di Sulawesi Selatan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Syukur, M., S. Sujprihati, R. Yunianti. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Trisnadewi, A.A.A.S., I.W. Suarna, T.G.B. Yadnya, I.G.L.O. Cakra dan I.K.M. Budiasa. 2017. Penerapan Teknologi Budidaya Tanaman Campuran Rumput dan Legum Unggul Sebagai Sumber Pakan Sapi Bali di Desa Kenderan Kabupaten Gianyar. *Jurnal Buletin Udayana Mengabdikan*, 16(1) : 1-6.



Triwahyuningsih, N., dan T.B. Kusmiyarti. 2018. Isolation, Characterization and Inoculum Formulation of Nodule Forming Bacteria of Kudzu (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.) for Coastal Sandy Land Conservation. *International Journal of Biosciences and Biotechnology*, 6(1) : 10-24.

Valentim, J., and C.M.S. Andrade. 2005. Tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*): Successful adoption in sustainable cattle production systems in the Western Brazilian Amazon. *Trop Grasslands*, 38(1) : 222-223.

Warmadewi, D.A. 2017. *Mutasi Genetik*. Denpasar : Fakultas Peternakan Universitas Udayana.

Widyawati, Z., I. Yulianah dan R. Respatijarti. 2014. Heritabilitas dan Kemajuan Genetik Harapan Populasi F2 pada Tanaman Cbai Besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(3) : 247-252.

Yasin, M.H.G., A. Rahman dan N.A. Subekti. 2008. Daya Gabung Umum dan Spesifik Lima Galur Harapan Jagung Berprotein Mutu Tinggi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 27(2) : 76-80.

Zuraida, N., dan Sumarno. 2007. Pengelolaan Plasma Nutfah Secara Terpadu Menyertakan Industri Perbenihan. *Iptek Tanaman Pangan*, 2(2) : 1-12.



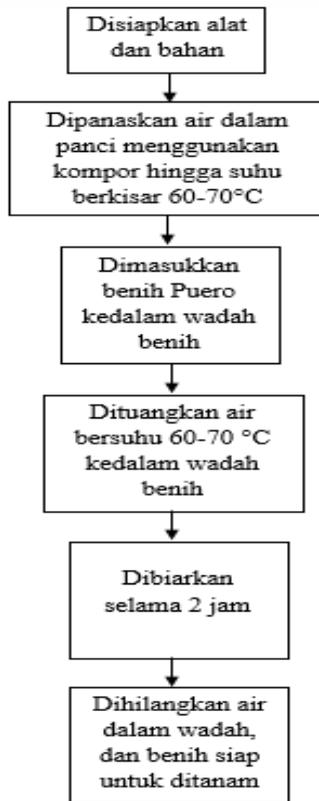
LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Penelitian

1.1 Perendaman benih tanaman Pueru (*Pueraria phaseoloides*)

Alat : Wadah benih, panci, kompor

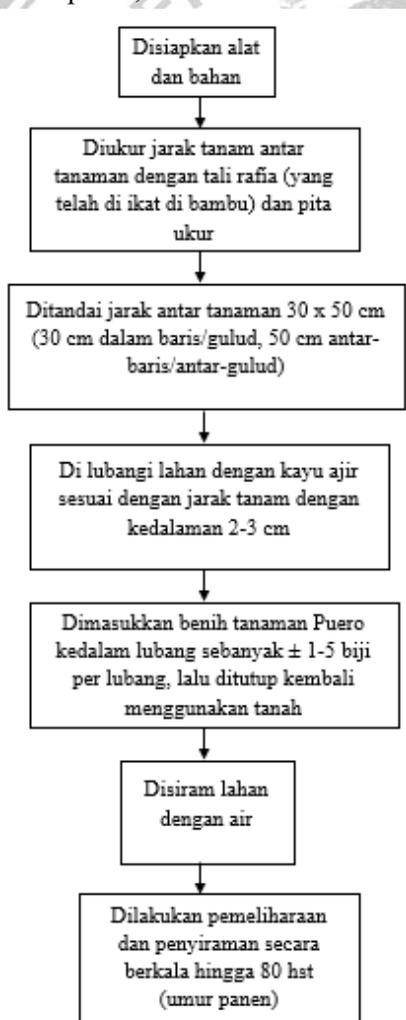
Bahan : Air, benih puero



1.2 Penanaman benih tanaman Pueru (*Pueraria phaseoloides*)

Alat : Tali rafia, kayu ajir, pita ukur, spidol, bambu

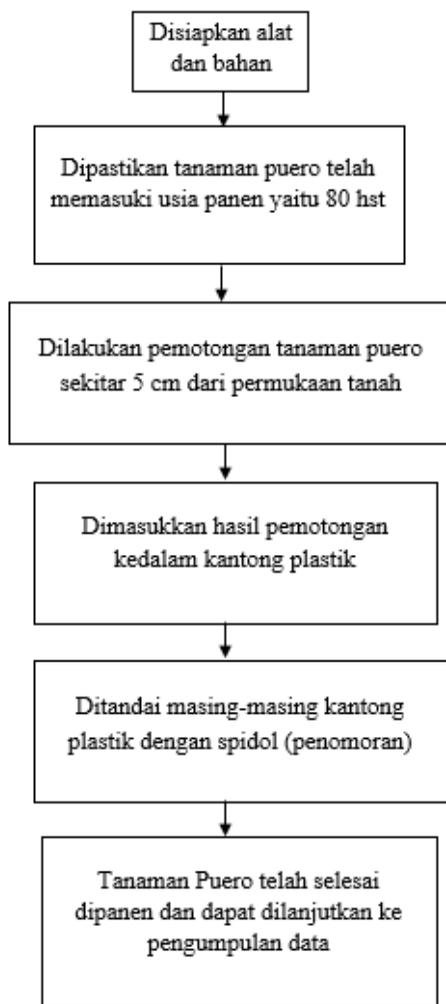
Bahan : Benih pueru, air



1.3 Pemanenan tanaman Puero (*Pueraria phaseoloides*)

Alat : Gunting, kantong plastik, spidol

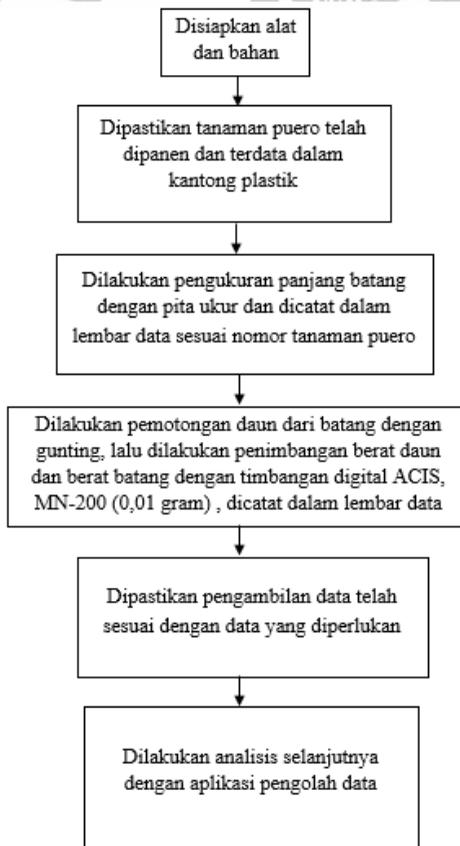
Bahan : Tanaman Puero siap panen (80 hst)



1.4 Pengumpulan data tanaman Pueru (*Pueraria phaseoloides*)

Alat : Pita ukur, Timbangan digital (ACIS, MN-200 dengan ketelitian 0,01 gram), Gunting, alat tulis, lembar data

Bahan : Tanaman Pueru yang telah dipanen



**Lampiran 2. Data Pengukuran Produksi Hijauan
Tanaman Pueru Genotip Lokal Probolinggo
Umur 80 hst**

2.1 Jumlah Daun (helai/tnm)

Nomor <i>Pueraria phaseoloides</i>	Jumlah Daun (helai)
1	21
2	21
3	27
4	42
5	15
6	66
7	24
8	30
9	44
10	20
11	98
12	15
13	23
14	32
15	39
16	35
17	36
18	21
19	57
20	15
21	24
22	22
23	18
24	15
25	15
26	26





27	21
28	14
29	18
30	15
31	28
32	33
33	52
34	33
35	39
36	30
37	30
38	21
39	34
40	18
41	19
42	21
43	43
44	21
45	17
46	26
47	17
48	21
49	40
50	15

Total 1427

Rata-Rata 28.54



2.2 Panjang Batang (cm/tnm)

Nomor <i>Pueraria phaseoloides</i>	Panjang Batang (cm)
------------------------------------	---------------------

1	68.5
2	144
3	77.6
4	153
5	77.5
6	155
7	129
8	171
9	134.5
10	66
11	172.5
12	115.5
13	86.3
14	134
15	124.5
16	207.5
17	122.5
18	134
19	167
20	85.5
21	144
22	85.5
23	60.7
24	58.5
25	91





26	79.5
27	86.3
28	51.5
29	72.5
30	85.5
31	179.5
32	164
33	136.5
34	182
35	189
36	177.5
37	102.5
38	132.5
39	169.5
40	86
41	78
42	145.5
43	134
44	183.5
45	76.9
46	145.3
47	96
48	116
49	128.5
50	71
Total	6034.1
Rata-Rata	120.68

2.3 Berat Batang (gr/tnm)

**Nomor Pueraria
phaseoloides**

Berat Batang (g)

1	7.5
2	19.81
3	15.91
4	28.33
5	8.7
6	39.78
7	22.23
8	23.92
9	23.35
10	8.81
11	58.7
12	14.9
13	9.95
14	19.33
15	12.35
16	22.92
17	18.92
18	14.66
19	20.86
20	7.04
21	14.11
22	7.2
23	4.7
24	7.42
25	9.37





26	11.8
27	9.06
28	4.52
29	6.81
30	6.94
31	25.26
32	28.05
33	30.45
34	20.56
35	24.3
36	25.06
37	19.42
38	12.23
39	20.3
40	7.02
41	9.96
42	12.33
43	18.14
44	26.44
45	5.31
46	14.82
47	10.67
48	12.02
49	20.71
50	8.14
Total	831.09
Rata-Rata	16.62

2.4 Berat Daun (gram/tnm)

**Nomor *Pueraria
phaseoloides***

Berat Daun (g)

1	9.14
2	16.29
3	12.78
4	18.52
5	6.05
6	27.84
7	12.41
8	10.78
9	12.99
10	9.09
11	31.09
12	10.04
13	9.28
14	17.8
15	7.34
16	14.82
17	12.64
18	9.01
19	12.82
20	4.86
21	8.26
22	5.72
23	4.18
24	9.9
25	8.9





26	9.7
27	7.34
28	4.06
29	6.16
30	4.36
31	13.1
32	15.95
33	20.47
34	10.64
35	13.55
36	11.65
37	12.64
38	8.15
39	13.56
40	6.79
41	7.71
42	6.26
43	13.26
44	12.72
45	8.95
46	9.61
47	5.23
48	6.56
49	17.56
50	7.78
Total	556.31
Rata-Rata	11.13

2.5 Berat Hijauan (gram/tnm)

Nomor *Pueraria
phaseoloides*

Berat Hijauan (g)

1	16.64
2	36.1
3	27.97
4	46.85
5	14.75
6	67.62
7	34.64
8	34.7
9	36.34
10	17.9
11	89.79
12	24.94
13	19.23
14	37.13
15	19.69
16	37.74
17	31.56
18	23.67
19	33.68
20	11.9
21	22.37
22	12.92
23	8.88
24	17.32





25	17.56
26	21.5
27	16.4
28	8.58
29	12.97
30	11.3
31	38.36
32	44
33	50.92
34	31.2
35	37.85
36	36.71
37	32.06
38	20.38
39	33.86
40	13.81
41	17.67
42	18.59
43	31.4
44	39.16
45	14.26
46	24.43
47	15.9
48	18.58
49	38.27
50	15.92
Total	1385.97

Rata-Rata

27.72

Lampiran 3. Analisis Data

3.1 Analisis Data Jumlah Daun

- Analisis ragam jumlah daun tanaman puero genotip lokal Probolinggo

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{(21 - 28,54)^2 + (21 - 28,54)^2 + \dots + (15 - 28,54)^2}{50 - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{56,85 + 56,85 + \dots + 183,33}{49}$$

$$\sigma^2 = \frac{11596,42}{49}$$

$$\sigma^2 = 236,662$$

$$\sigma = 15,384$$

3.2 Analisis Data Panjang Batang

- Analisis ragam panjang batang tanaman puero genotip lokal Probolinggo

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{(68,5 - 120,68)^2 + (144 - 120,68)^2 + \dots + (71 - 120,68)^2}{50 - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{2722,75 + 543,82 + \dots + 2468,10}{49}$$

$$\sigma^2 = \frac{850072,07}{49}$$

$$\sigma^2 = 1736,165$$

$$\sigma = 41,667$$

3.3 Analisis Data Berat Batang

- Analisis ragam berat batang tanaman puero genotip lokal Probolinggo

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{(7,5 - 16,62)^2 + (19,81 - 16,62)^2 + \dots + (8,14 - 16,62)^2}{50 - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{83,17 + 10,18 + \dots + 71,91}{49}$$

$$\sigma^2 = \frac{4927,51}{49}$$

$$\sigma^2 = 100,561$$

$$\sigma = 10,028$$

3.4 Analisis Data Berat Daun

- Analisis ragam berat daun tanaman puero genotip lokal Probolinggo

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}$$



$$\sigma^2 = \frac{(9,14 - 11,13)^2 + (16,29 - 11,13)^2 + \dots + (7,78 - 11,13)^2}{50 - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{3,96 + 26,63 + \dots + 11,22}{49}$$

$$\sigma^2 = \frac{1470,40}{49}$$

$$\sigma^2 = 30,008$$

$$\sigma = 5,478$$

3.5 Analisis Data Berat Batang

- Analisis ragam Berat Batang tanaman puero genotip lokal Probolinggo

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$= \frac{(7,5 - 16,62)^2 + (19,81 - 16,62)^2 + \dots + (8,14 - 16,62)^2}{50 - 1}$$

$$\sigma^2 = \frac{83,17 + 10,18 + \dots + 71,91}{49}$$

$$\sigma^2 = \frac{4927,51}{49}$$

$$\sigma^2 = 100,561$$

$$\sigma = 10,028$$





Lampiran 4. Dokumentasi

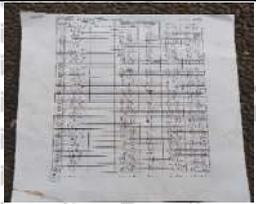
Foto	Keterangan	Tanggal
	Benih Tanaman Pueru <i>(Pueraria phaseoloides)</i> Genotip Lokal Probolinggo	18 Agustus 2020
	Uji coba penanaman benih Pueru (<i>Pueraria phaseoloides</i>) Genotip lokal Probolinggo	08 September 2020
	Tempat penelitian : Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang	11 September 2020
	Jalur masuk Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang	11 September 2020
	Survey Lahan di Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang	11 September 2020
	Proses pengolahan lahan di Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jartikerto, Kabupaten Malang	11-13 September 2020

	<p>Proses perendaman benih puero selama 2 jam dengan suhu 60-70°C</p>	<p>13 September 2020</p>
	<p>Proses pengukuran jarak tanam antar tanaman di lahan Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang</p>	<p>14 September 2020</p>
	<p>Proses penanaman benih di lahan Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang</p>	<p>14 September 2020</p>
	<p>Proses perawatan tanaman dan penyiraman yang dilakukan secara berkala (setiap hari dilakukan pada awal masa penanaman)</p>	<p>16 September 2020</p>
	<p>Benih mulai tumbuh pada masa penanaman usia ± 2 minggu (Keragaman sudah mulai bisa diamati)</p>	<p>27 September 2020</p>
	<p>Tumbuhan puero pada masa penanaman usia ± 2 minggu (Keragaman sudah mulai bisa diamati)</p>	<p>27 September 2020</p>

	<p>Proses pembersihan gulma pada lahan</p>	<p>14 Oktober 2020</p>
	<p>Tanaman puero masa pemeliharaan umur ± 6 minggu</p>	<p>24 Oktober 2020</p>
	<p>Tanaman puero masa pemeliharaan umur ± 7 minggu</p>	<p>31 Oktober 2020</p>
	<p>Tanaman puero masa pemeliharaan umur ± 9 minggu</p>	<p>10 November 2020</p>
	<p>Proses bimbingan bersama dosen pembimbing Bapak Ir. Hanief Eko Sulistyo, MP. Bertempat di Ruang pertemuan Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang</p>	<p>11 November 2020</p>

	<p>Proses bimbingan bersama dosen pembimbing Bapak Ir. Hanief Eko Sulistyó , MP. Bertempat di Lahan penelitian Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang</p>	<p>11 November 2020</p>
	<p>Tanaman puero masa pemeliharaan umur ± 11 minggu</p>	<p>23 November 2020</p>
	<p>Tanaman Puero yang telah siap untuk dipanen (80 hst)</p>	<p>01 Desember 2020</p>
	<p>Proses pemanenan tanaman Puero di lahan Agrotechnopark</p>	<p>01 Desember 2020</p>
	<p>Gunting sebagai salah satu peralatan yang dibutuhkan saat proses pemanenan</p>	<p>01 Desember 2020</p>
	<p>Proses pemanenan tanaman Puero dengan dilakukan pemotongan ± 5 cm dari permukaan tanah</p>	<p>01 Desember 2020</p>

	Dokumentasi tanaman Pueru dengan keragaman tanaman Pueru Panjang, sedang dan pendek	01 Desember 2020
	Tanaman yang telah dipotong dimasukkan kedalam kantong plastik dan ditandai masing-masing kantong plastik (penomororan)	01 Desember 2020
	Pengambilan data yang dilakukan di teras Agrotechnopark Universitas Brawijaya, Jatikerto, Kabupaten Malang	01 Desember 2020
	Pita ukur digunakan untuk mengukur panjang batang dari tanaman pueru	01 Desember 2020
	Timbangan digital merk ACIS, MN-200 dengan ketelitian 0,01 gram digunakan untuk mengukur berat hijauan, batang dan daun	01 Desember 2020
	Proses pemotongan daun dari batang tanaman untuk dilakukan proses menghitung jumlah daun dan mengukur berat daun	01 Desember 2020

	<p>Proses pengukuran panjang batang tanaman puero dengan pita ukur</p>	<p>01 Desember 2020</p>
	<p>Proses penimbangan berat daun dengan alat timbangan</p>	<p>01 Desember 2020</p>
	<p>Proses pengamatan berat daun dengan alat timbangan</p>	<p>01 Desember 2020</p>
	<p>Proses penulisan data hasil pengamatan</p>	<p>01 Desember 2020</p>

