

**KOMPATIBILITAS PERSILANGAN KLON  
KAKAO (*Theobroma cacao* L.) BERDASARKAN KARAKTER BUAH**

**SYAMSIRULLAH ISRAIL  
G111 13 503**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2020**

**KOMPATIBILITAS PERSILANGAN KLON  
KAKAO (*Theobroma cacao* L.) BERDASARKAN KARAKTER BUAH**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Menempuh Ujian Sarjana Pada  
Program Studi Agroteknologi Departemen Budidaya Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin**

**SYAMSIRULLAH ISRAIL  
G111 13 503**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2020**

**KOMPATIBILITAS PERSILANGAN KLON  
KAKAO (*Theobroma cacao* L.) BERDASARKAN KARAKTER BUAH**

**SYAMSIRULLAH ISRAIL**

**G111 13 503**

**Departemen Budidaya Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin  
Makassar**


**Makassar, Juni 2020**

**Menyetujui:**



**Pembimbing I**

  
**Dr. Ir. H. Muh. Farid BDR, MP.**  
**NIP. 19670520 199202 1 001**

**Pembimbing II**

  
**Ir. Hj. A. Rusdavani Amin, MS.**  
**NIP. 19561211 198503 2 001**

**Mengetahui  
Ketua Departemen Budidaya Pertanian**

  
  
**Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si**  
**NIP. 19591103 199103 1 002**

## PENGESAHAN

**JUDUL : KOMPATIBILITAS PERSILANGAN KLON KAKAO**  
**(*Theobroma cacao* L.) BERDASARKAN KARAKTER BUAH**  
**NAMA : SYAMSIRULLAH ISRAIL**  
**NIM : G111 13 503**

**Skripsi ini telah diterima dan dipertahankan pada Hari Selasa Tanggal 9 Bulan Juni Tahun 2020 dihadapan pembimbing/penguji berdasarkan Surat Keputusan No. 11003/UN4.41.1.1/PP.32/2020 dengan susunan sebagai berikut:**

|   |                     |
|---|---------------------|
| <b>Dr. Ir. H. Muh. Farid BDR, MP.</b>     | <b>(Ketua)</b>      |
| <b>Ir. Hj. A. Rusdayani Amin, MS.</b>     | <b>(Sekretaris)</b> |
| <b>Prof. Dr. Ir. H. Yunus Musa, M.Sc.</b> | <b>(Anggota)</b>    |
| <b>Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, MS.</b>   | <b>(Anggota)</b>    |
| <b>Rahmansyah Dermawan, SP. M.Si</b>      | <b>(Anggota)</b>    |

**Mengetahui**  
**Ketua Departemen Budidaya Pertanian**



**Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si**  
**NIP. 19591103 199103 1 002**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah swt. Atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Kompatibilitas beberapa persilangan klon tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan karakter hasil buah persilangan”.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik, karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Ayahanda **Alm. Muh. Israil Mattuju, Ibunda Rachima** dan saudara - saudaraku : **Mujahir, Safaruddin, Ratnawati, Nurjannah, Rahmatullah, Syawaluddin, Rasdiana, Mutmainnah dan Harun Rais** atas limpahan kasih sayang, doa dan semangat yang tanpa henti diberikan kepada penulis, demikian pula kepada keluarga besar yang telah memberikan perhatian dan bantuan moril maupun materil.
2. Bapak Ibu **Dr. Ir. H. Muh. Farid BDR, MP** dan ibu **Ir. Hj. A. Rusdayani Amin, MS** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya, banyak memberikan ilmu, petunjuk, pengarahan, bimbingan, saran dan motivasi sejak pelaksanaan penelitian sampai selesainya penyusunan skripsi ini.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, MS**, bapak **Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc** dan bapak **Rahmansyah Dermawan, SP. M.Si** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan isi dari skripsi ini.
4. **Dr. Muhammad Fuad Anshori, SP.,MP** yang telah mengajarkan analisis data.
5. **Teman-teman penulis**, atas bantuan semangat yang telah membantu meluangkan waktu penelitian hingga tersusunnya skripsi ini.

6. Ucapan terima kasih pula atas kebersamaan **teman-teman agronomi 2013** yang tidak dapat penulis sebutkan.

Penulis menyadari masih ada kekurangan yang terdapat dalam tulisan ini. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat dibutuhkan oleh penulis untuk kesempurnaan tulisan ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, Juni 2020

Penulis

## ABSTRAK

**SYAMSIRULLAH ISRAIL (G11113503).** Kompatibilitas persilangan klon kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan karakter buah. Dibimbing oleh **MUH. FARID BDR** dan **A. RUSDAYANI AMIN.**

Tanaman kakao merupakan tanaman penting dalam meningkatkan devisa negara di Indonesia. Peningkatan produktivitas tanaman kakao dapat dilakukan dengan perakitan klon unggul melalui konsep hibrida. Namun dalam proses perakitan tersebut, pola keragaman dan kompatibilitas antar klon tetua menjadi sangat penting untuk diketahui, termasuk pada karakter hasil buah persilangan. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui pengaruh kompatibilitas hibrida terhadap komponen buah persilangan dan mengidentifikasi karakter dan tetua betina terbaik dalam evaluasi kompatibilitas berdasarkan komponen buah persilangan. Penelitian ini dilaksanakan dilaksanakan pada bulan November 2016 sampai Juni 2017 di Desa Tarengge, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi-Selatan. Persilangan dilakukan dengan konsep dialel terhadap enam klon kakao yaitu MCC 01, S1, MCC 02, THR, AFQ/MHP 01, dan BB 01. Setiap kombinasi persilangan dilakukan sebanyak 50 persilangan. Adapun, karakter yang diamati terdiri atas tiga kelompok yaitu kelompok karakteristik buah, karakteristik biji, dan karakteristik kulit buah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kompatibilitas dari hasil persilangan mempengaruhi heterosis pada karakter komponen buah persilangan, khususnya pada lebar biji. Selain itu, karakter lebar biji bersama bobot biji per buah dapat dijadikan sebagai indikator awal dalam evaluasi keberhasilan dan kompatibilitas persilangan klon kakao. Klon kakao MCC01, Sulawesi 1/S1, dan BB01 merupakan induk betina terbaik yang dapat direkomendasikan dalam persilangan kakao.

*Kata kunci : Kakao, kompatibilitas, persilangan dialel, self incompatibility*

## ABSTRACT

**SYAMSIRULLAH ISRAIL (G11113503).** Compability crosses of cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) based on crosses fruit characters. Supervised by **MUH. FARID BDR** dan **A. RUSDAYANI AMIN.**

The cacao is an important plant in increasing the Indonesia's foreign exchange. The increase of cacao yield can be done with the development of superior clone through the hybrid concept. Nevertheless in the developing process, the diversity pattern and the compability among parent clones to be an important to know, Including on crosses fruit characters. The objective of the research are knowing hybrid compatibility effect to the crosses fruit components and identifying the best of characters and female parent on the compatibility evaluation based on crosses fruit characters. The research was carried out in Tarengge village, Wotu sub-district, East Luwu District, South Sulawesi province. The crossing was done with diallel concept to six cacao clones, namely MCC 01, S1, MCC 02, THR, AFQ/MHP 01, and BB 01. Each crosses combination was conducted as much 50 crossing. Meanwhile, the observation characters consisted of 3 gropus, namely fruit characteristics, seed characteristics, and rind characters. The result of the research showed that the result of hybrid compatibility has influence heterosis on crosses fruit component characters, especially seed width. Moreover, seed width together with seed weight per fruit could be to as early indicators in the successful evaluation and the cross-compatibility of cacao clones. MCC01, Sulawesi 1/S1, and BB01 cacao clones were the best of female parents which could be recommended in the cacao crossing.

*Keywords : Cacao, compatibility, diallel crossing, self incompatibility*



## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                           | xi             |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                          | xii            |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....                     | 1              |
| 1.1. Latar Belakang .....                           | 1              |
| 1.2. Hipotesis.....                                 | 3              |
| 1.3. Tujuan dan Kegunaan.....                       | 3              |
| <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....               | 4              |
| 2.1 Tanaman Kakao.....                              | 4              |
| 2.2. Pemuliaan Tanaman Kakao.....                   | 5              |
| 2.3. Penyerbukan Tanaman Kakao.....                 | 7              |
| 2.4. Deskripsi Tanaman Kakao .....                  | 10             |
| 2.5. Deskripsi Klon –klon unggulTanaman Kakao ..... | 12             |
| 2.6. Morfologi Tanaman Kakao .....                  | 40             |
| <b>BAB.III. METODOLOGI</b> .....                    | 45             |
| 3.1. Tempat dan Waktu .....                         | 45             |
| 3.2. Bahan dan Alat .....                           | 45             |
| 3.3. Metode Penelitian .....                        | 45             |
| 3.4. Hibridisasi / Persilangan.....                 | 46             |
| 3.5. Parameter Pengamatan .....                     | 48             |
| <b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....           | 50             |
| 4.1. Hasil.....                                     | 50             |
| 4.2. Pembahasan.....                                | 63             |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> | <b>69</b> |
| 5.1. Kesimpulan.....                    | 69        |
| 5.2. Saran.....                         | 69        |
| <br>                                    |           |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             | <b>70</b> |
| <br>                                    |           |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    | <b>72</b> |

## DAFTAR TABEL

| Nomor |  | Halaman |
|-------|--|---------|
|       | <i>Teks</i>  |         |
| 1.    | Hasil persilangan enam jenis klon kakao menggunakan diagram dialel .....   | 50      |
| 2.    | Hasil analisis ragam pada persilangan bersari bebas.....   | 51      |
| 3.    | Rata-rata dan uji t-student terhadap perlakuan bersari bebas pada karakter buah hasil persilangan klon kakao .....       | 52      |
| 4.    | Rata-rata dan uji t-student terhadap perlakuan bersari bebas pada karakter biji hasil persilangan klon kakao .....       | 55      |
| 5.    | Rata-rata dan uji t-student terhadap perlakuan bersari bebas pada karakter kulit buah hasil persilangan klon kakao ..... | 58      |
| 6.    | Rata-rata dan uji t-student terhadap perlakuan bersari bebas pada karakter kulit buah hasil persilangan klon kakao ..... | 60      |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor |  | Halaman |
|-------|--|---------|
|       | <i>Teks</i>  |         |
| 1.    | Skema diagram metode seleksi berulang (recurrent selection) dalam pemuliaan kakao .....  | 5       |
| 2.    | Siklus pemuliaan partisipatif sebagai bentuk hubungan timbal balik antara petani, petugas penyuluh lapangan, dan pemulia ..... | 7       |
| 3.    | Flush dan buah klon unggul kakao mulia Djati Runggo 1 (DR 1)..   | 13      |
| 4.    | Flush dan buah klon unggul kakao mulia Djati Runggo 2 (DR 2)..   | 14      |
| 5.    | Flush dan buah klon unggul kakao mulia Djati Runggo 38 (DR 38).....  | 16      |
| 6.    | Flush dan buah klon unggul kakao mulia DRC 16 .....  | 17      |
| 7.    | Klon unggul kakao mulia ICCRI 01 .....   | 18      |
| 8.    | Klon unggul kakao mulia ICCRI 02 .....   | 19      |
| 9.    | Klon unggul kakao mulia DRC 16 hasil persilangan sejak tahun 1912 dari klon DR 53 .....  | 20      |
| 10.   | Buah Klon Kakao Lindak NIC 7 .....   | 21      |
| 11.   | Flush dan buah Klon Kakao Lindak ICS 13 .....  | 22      |
| 12.   | Flush dan Buah Klon Kakao Lindak ICS 40.....   | 23      |
| 13.   | Klon Kakao Lindak ICS 60 .....   | 23      |
| 14.   | Klon Kakao Lindak THS 585.....   | 24      |
| 15.   | Flush dan Buah Klon Kakao Lindak GC 7 .....  | 25      |
| 16.   | Flush dan Buah Klon Kakao Lindak RCC 70 .....  | 26      |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 17. | Flush dan Buah Klon Kakao Lindak RCC 71 persilangandari UF 667 dengan IMC 10.....                                | 27 |
| 18. | Flush dan Buah Klon Kakao Lindak RCC 71 persilangan PA 300 dengan UF 10 .....                                    | 28 |
| 19. | Flush dan Buah Klon Kakao Lindak UIT 01 .....  | 28 |
| 20. | Flush dan Buah Klon Kakao Lindak PA 300.....   | 29 |
| 21. | Klon Kakao Lindak ICCRI 03 .....   | 30 |
| 22. | Klon Kakao Lindak ICCRI 04 .....   | 31 |
| 23. | Klon Kakao Lindak BR 25 .....  | 33 |
| 24. | Klon Kakao Lindak K1 .....   | 20 |
| 25. | Klon Kakao Lindak K2 .....   | 34 |
| 26. | Klon Kakao Lindak PBC 123.....   | 35 |
| 27. | Klon Kakao Lindak Sulawesi 1.....  | 36 |
| 28. | Klon Kakao Lindak Sulawesi 2.....  | 37 |
| 29. | Flush, bunga, dan buah Klon Kakao Lindak Scavina 6 .....   | 39 |
| 30. | Analisis Biplot PCA dan pemetaan keragaman berdasarkan tetua betina hasil persilangan antar enam klon kakao..... | 61 |

### *Lampiran*

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Lokasi Penelitian .....                          | 72 |
| 2. | Kebun Penelitian .....                           | 72 |
| 3. | Perontokan buah kakao sebelum menyilangkan ..... | 73 |
| 4. | Kondisi pasca perontokan buah kakao .....        | 73 |
| 5. | Peralatan polinasi dalam penelitian.....         | 73 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 6.  | Pengumpulan bunga jantan .....                      | 74 |
| 7.  | Pengemasan bunga jantan .....                       | 74 |
| 8.  | Proses polinasi.....                                | 74 |
| 9.  | Kondisi pohon pasca polinasi.....                   | 75 |
| 10. | Kondisi bunga pasca polinasi pada umur 3 hari.....  | 75 |
| 11. | Kondisi bunga pasca polinasi pada umur 10 hari..... | 75 |
| 12. | Persiapan panen pasca polinasi umur 6 bulan.....    | 76 |
| 13. | Proses panen.....                                   | 76 |
| 14. | Pengemasan hasil panen.....                         | 76 |
| 15. | Pengelompokan hasil panen berdasarkan klon.....     | 77 |
| 16. | Pengukuran panjang diameter buah .....              | 77 |
| 17. | Pengukuran kulit buah.....                          | 77 |
| 18. | Pengukuran berat biji buah.....                     | 78 |
| 19. | Pengukuran panjang dan diameter biji .....          | 78 |
| 20. | Biji Hasil persilangan .....                        | 78 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanaman kakao termasuk dalam genus *Theobroma*, dengan nama latin *Theobroma cacao*. Dalam bahasa Yunani *Theos* berarti Dewa, sedangkan *Broma* berarti makanan atau santapan. Jadi dengan kata lain *Theobroma* berarti makanan para Dewa (Heddy, 1990).

Menurut sejarahnya, tanaman kakao berasal dari benua Amerika, terutama di hutan belantara lembah perairan di hulu sungai Amazon dan sungai Orinoco. Namun, tanaman kakao ternyata juga banyak ditemukan di hutan belantara Amerika Tengah, New Granada, dan di beberapa pulau di Kepulauan Antilles (Trinidad, Jamaika, dan Martinique) (D. Saputra, 2016).

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) adalah tanaman tropis yang berasal dari Amerika Selatan dan menyebar ke Amerika Utara, Afrika, dan Asia termasuk Indonesia (Sunanto, 1992 dalam Salam, 2014). Di dunia terdapat dua macam kakao yang dibudidayakan yaitu tipe Criollo dan tipe Forastero dengan 60% yang dibudidayakan adalah kakao Forastero (Chaidamsari et al., 2005 dan Bekele, 2008 dalam Salam, 2014). Kakao Forastero juga merupakan jenis kakao yang paling banyak di tanam di Indonesia (Puslitkoka, 2012 dalam Salam 2014). Kakao setiap tahun dapat menghasilkan 5.000 – 10.000 kuntum bunga dan sekitar 10% yang menjadi buah (Mc Kelvie, 1956 dalam Salam, 2014).

Masa depan agribisnis kakao menunjukkan perannya yang signifikan bagi ekonomi Indonesia. Perkembangan luas dan produksi perkebunan kakao di Indonesia selama lima tahun terakhir telah meningkat dari 1.379.280 hektare pada tahun 2007 menjadi 1.677.254 hektare pada tahun 2011. Di lain pihak, produksi menurun dari 740.055 ton (2007) menjadi 712.231 ton pada tahun 2011. Sejalan dengan itu, komoditas kakao di Indonesia terus berkembang ke berbagai daerah di tanah air dari Sulawesi, Aceh, Sumatera Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Maluku, dan Papua (Asrul, 2013).

Banyak peneliti kakao berusaha untuk mendapatkan hasil yang maksimal agar perolehan produktivitas kakao tinggi. Salah satu cara adalah dengan hibridisasi atau persilangan kakao unggul. Hibridisasi biasanya menggunakan teknik penyerbukan silang tanaman. Menurut Nasir (2011) dalam Salam (2014), penyerbukan silang adalah berpindahnya polen tanaman lain ke kepala putik dari tanaman yang berbeda dalam satu spesies.

Tanaman kakao pada dasarnya menyerbuk sendiri, tetapi peluang penyerbukan silang masih sangat memungkinkan. Sekitar 70% tanaman kakao menyerbuk silang dan 30% tanaman menyerbuk sendiri (Nasaruddin, 2007).

Saat ini banyak petani mengklaim adanya klon-klon baru yang berada didalam lokasi perkebunan kakao yang mereka miliki, dengan hanya membedakan buah dari jenis-jenis tanaman yang ada di kebun mereka. Petani tidak pernah melakukan persilangan, bahkan tanpa melakukan karakterisasi (Nasaruddin, 2007).



Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut maka perlu dilakukan persilangan dari jenis kakao unggul yang telah diketahui klonnya dari klon-klon asal Sulawesi.

## **1.2 Hipotesis**

1. Terdapat satu atau lebih pola keragaman dan kompatibilitas hasil persilangan yang mempengaruhi heterosis
2. Terdapat satu atau lebih karakter hasil persilangan yang dapat dijadikan indikator kompatibilitas persilangan kakao
3. Terdapat satu atau lebih jenis klon kakao yang dapat digunakan sebagai induk betina pada persilangan kakao

## **1.3 Tujuan dan Kegunaan**

1. Mengetahui pola keragaman dan kompatibilitas hasil persilangan yang mempengaruhi heterosis
2. Mengetahui hasil persilangan yang dapat dijadikan indikator kompatibilitas persilangan kakao
3. Mengetahui jenis klon kakao yang dapat digunakan sebagai induk betina pada persilangan kakao

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan informasi pengembangan pemuliaan tanaman dan menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

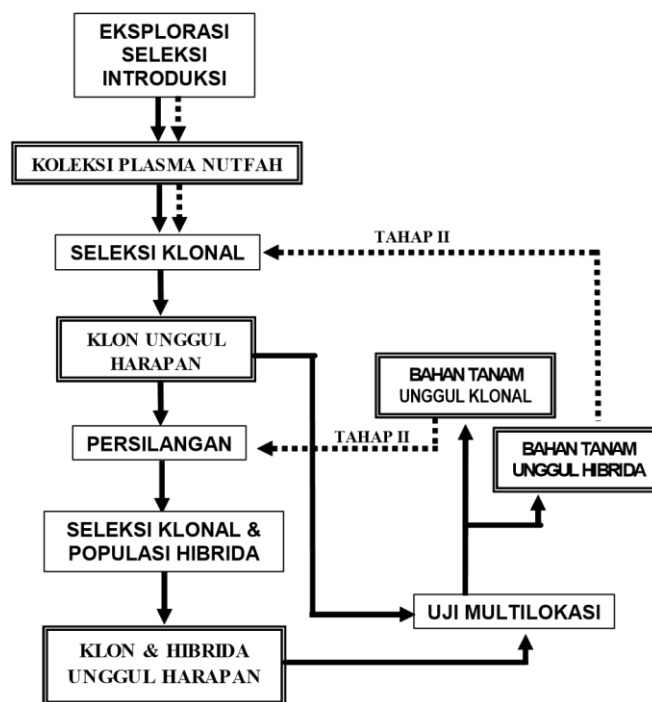
#### **2.1 Tanaman Kakao**

Tanaman kakao termasuk dalam genus *Theobroma*, keluarga *Sterculiaceae* di dalam ordo *Malvales* (Cuatrecasas, 1964 dalam Nasaruddin, 2007). Kata *Theobroma*, menurut asal mulanya dipakai untuk nama genus, oleh orang Indian yang berarti biji-bijian yang dipergunakan untuk minuman pada waktu-waktu upacara keagamaan. Minuman coklat dipersembahkan kepada Dewa di langit sehingga kakao diberi nama minuman “dewa” atau dalam bahasa latin diberi kata *Theobroma* untuk nama genus (Hall, 1932 dalam Nasaruddin, 2007). *Colaaccuminata* adalah salah satu anggota dari famili *Sterculiaceae*. *Colaaccuminata* menghasilkan biji-biji sebagai bahan dasar untuk minuman coca cola. Di Ghana, Nigeria dan negara-negara Afrika lainnya, cola merupakan hasil ekspor yang penting (Hall, 1932 dalam Nasaruddin, 2007).

Criolo dan forastero dulu dianggap satu species, tetapi sekarang terpisah di dalam sub species sendiri-sendiri. Criolo tetap mendapatkan nama *Theobroma cacao* L., sub species *cacao* sedang Forastero diberi nama *Theobroma cacao* L. sub species *Leiocarpa*. Criolo secara lambat laun telah digantikan oleh Forastero, karenanya kakao yang lama atau lebih dulu ditanam diberi nama Criolo yang artinya ”Tuan Rumah”, sedang yang baru diberi nama Forastero yang berarti ”pendatang” (Hall, 1932 dalam Nasaruddin, 2007).

## 2.2 Pemuliaan Tanaman Kakao

Metode pemuliaan kakao mengacu pada metode pemuliaan tanaman yang menyerbuk silang meskipun tidak seluruh metode ini dapat diterapkan secara mudah. Dalam hal ini metode seleksi berulang (*recurrent selection*) dianggap lebih aplikatif digunakan untuk pemuliaan kakao karena sasaran mendapatkan bahan tanam hibrida dan klonal dapat dicapai secara bersamaan dalam setiap daur seleksi. Pada Gambar dibawah ditunjukkan secara skematis tahapan metode seleksi berulang dalam pemuliaan kakao (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2006).

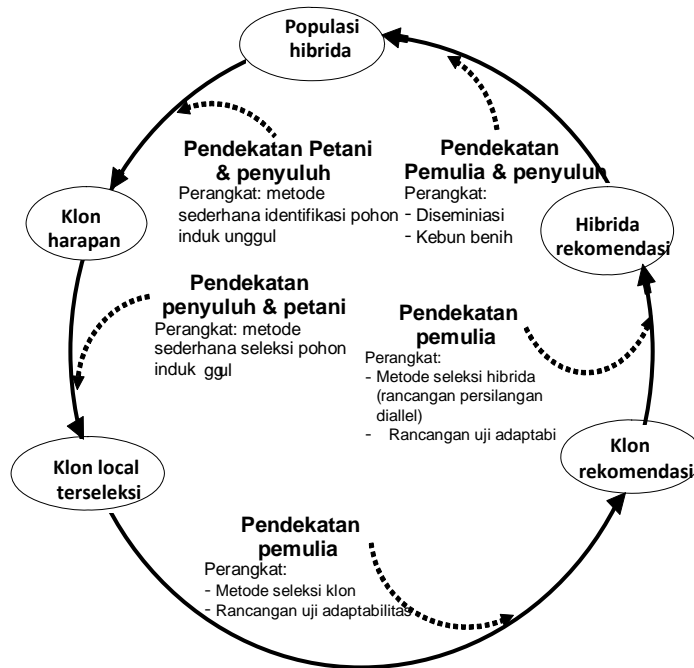


**Gambar 1.** Skema diagram metode seleksi berulang (*recurrent selection*) dalam pemuliaan kakao.

Materi genetik untuk perakitan bahan tanam unggul kakao diperoleh dengan cara introduksi, eksplorasi, dan seleksi. Kakao bukan tanaman asli Indonesia sehingga upaya memperluas keragaman genetik tanaman dilakukan melalui introduksi materi genetik dari daerah pusat penyebaran kakao atau lembaga-lembaga kolektor plasma nutfah kakao dunia. Awal pengembangan kakao di Indonesia menggunakan bahan asal benih yang didatangkan dari Venezuela, kemudian terseleksi klon-klon DR1, DR2, dan DR38 asal pertanaman tersebut. Kegiatan ini merupakan tonggak sejarah dimulainya kegiatan pemuliaan kakao di Indonesia pada tahun 1912. Permasalahan hama dan penyakit kakao yang spesifik di setiap daerah pengembangan maka upaya pencarian materi genetik ketahanan hama/penyakit dilakukan melalui eksplorasi genotipe tahan di daerah endemik serangan. Dalam hal ini pertanaman kakao yang sebagian besar berasal dari benih hibrida digunakan sebagai sumber materi genetik untuk mendapatkan genotipe tahan hama/penyakit melalui kegiatan eksplorasi. Bahan tanam hibrida merupakan hasil persilangan antar tetua klonal yang memiliki keunggulan sifat daya hasil, kualitas hasil, dan ketahanan hama atau penyakit sehingga pertanaman hibrida terdiri atas genotipe-genotipe hasil rekombinasi antar sifat-sifat unggul tersebut.

Melalui proses adaptasi lingkungan maka kemungkinan di antara genotipe-genotipe tersebut ada yang tahan terhadap hama/penyakit tertentu. Upaya menggali potensi genetik pada populasi pertanaman kakao dilakukan melalui pendekatan pemuliaan partisipatif melalui mekanisme hubungan timbal balik

antara pemulia tanaman, petugas penyuluh lapangan, dan petani (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2006)



**Gambar 2.** Siklus pemuliaan partisipatif sebagai bentuk hubungan timbal balik antara petani, petugas penyuluh lapangan, dan pemulia.

### 2.3 Penyerbukan Tanaman Kakao

Berdasarkan sifat penyerbukannya, tanaman kakao dapat dibagi menjadi 2 golongan ( Cheesman, 1944 dalam Nasaruddin, 2007). yakni :

- a. Yang bersifat self-fertiel atau self compatibel adalah tanaman kakao yang bunganya dapat dibuahi oleh tepung sari bunga-bunga dari tanaman itu sendiri maupun tanaman lainnya seperti Contoh DR 2 dan DR 38.

- b. Yang bersifat self-steril atau self incompatibel adalah tanaman kakao yang bunganya hanya dapat dibuahi oleh tepung sari dari bunga-bunga klon lain. Contoh DR 1.

Berdasarkan pertimbangan sifat tersebut diatas maka dalam penanaman sebaiknya dilakukan penanaman campuran antara klon yang self incompatibel dengan yang self compatibel. Pada pohon yang self incompatibel, tiap buah adalah hasil dari penyerbukan silang, sedang pada pohon yang self compatibel sebagian dari buah-buahannya yang terbentuk (30%) adalah hasil penyerbukan sendiri (Nasaruddin, 2007).

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa pelaksana utama penyerbukan bunga kakao adalah *Forcipomyia* spp. dari familia *Ceratopogonidae* (Wood and Lass,, 1985 dalam Nasaruddin, 2007). Oleh Wellensiek 1932 dalam Soedarsono (1989), berpendapat bahwa satu-satunya serangga penyerbuk kakao adalah *Forcipomyia* spp. Persentase penyerbukan telah dikemukakan oleh Posnette 1944 dalam Wood and Lass (1985), bahwa penyerbukan kakao paling sedikit 75% dilakukan oleh *Forcipomyia* spp. dan 25 % sisanya dilakukan oleh angin atau serangga-serangga penyerbuk lainnya. Aktivitas kunjungan dan penyerbukan bunga kakao menurut Wellensiek 1932 dalam Soedarsono (1989), biasanya berlangsung pada pagi hari mulai pukul  $\pm$  7.30 pada keadaan cuaca kering, sampai kira-kira pukul 10.30 (13,35 $^{\circ}$ ). Empat belas hari setelah penyerbukan bunga, buah telah terbentuk. Buah mencapai pertumbuhan maksimum dan mulai masak setelah 143 hari dan masak betul setelah 170 hari (Wood and Lass, 1986 dalam Nasaruddin, 2007).

Disamping penyerbukan yang berlangsung dengan bantuan serangga *forcipomyia*, penyerbukan dapat pula berlangsung secara mekanis dengan menggoyang bunga atau menghembuskan udara. Penghembusan udara dengan menggunakan blower dapat meningkatkan jumlah buah yang dipanen dan produksi mencapai diatas 100% (Soria *dkk*, 1980 dalam Nasaruddin, 2007). Akan tetapi penelitian yang sama secara terpisah oleh Knoke *dkk.*, (1980) dalam Nasaruddin, (2007) melaporkan bahwa jumlah biji yang terbentuk kurang dari jumlah biji yang terbentuk secara normal, mengakibatkan bentuk buah abnormal. Setelah serbuk sari menempel pada kepala putik, serbuk sari akan berkembang. Bulu tepung sari akan memanjang menuju bakal buah dan terus ke bakal biji. Pada saat tersebut gamet jantan akan membuahi sel telur dan selanjutnya akan menghasilkan zigot yang akan tumbuh menjadi buah.

Berdasarkan sifat penyerbukan bunga kakao, tanaman kakao dibedakan atas dua golongan (Nasaruddin, 2007) yaitu:

1. Bersifat kompatibel sendiri, artinya bunga dapat dibuahi oleh bunga dari tanaman itu sendiri maupun bunga tanaman lain yang sama maupun yang tidak sama sifat genetiknya. Klon-klon kakao anjuran yang bersifat kompatibel sendiri adalah NIC 7 UIT 1, NIC 4, dan Sca 12 (Dedy, Susilo dan Mawardi, 2000).
2. Bersifat in kompatibel sendiri, artinya bunga tidak dapat dibuahi oleh bunga tanaman itu sendiri maupun tanaman lain yang sama dengan sifat genetiknya Klon-klon anjuran yang bersifat kompatibel sendiri adalah GC 7 dan ICS 6 (Dedy, Susilo dan Mawardi, 2000; Soedarsono, 1989).

3. Bersifat kompatibel menyerbuk silang, artinya bunga dapat dibuahi oleh bunga dari tanaman lain yang sama maupun yang tidak sama sifat genetiknya. Klon-klon kakao anjuran yang bersifat kompatibel sendiri adalah KEE 2 dan TSH 858 (Dedy, Susilo dan Mawardi, 2000).
4. Bersifat kompatibel menyerbuk silang secara spesifik artinya bunga dapat dibuahi oleh bunga dari tanaman lain yang memiliki dominasi alel sterilitas berbeda. Klon-klon kakao anjuran yang bersifat kompatibel menyerbuk silang secara spesifik adalah GC 7, ICS 13 dan ICS 60 (Dedy, Susilo, dan Mawardi, 2000).

#### **2.4 Deskripsi Tanaman Kakao**

*Theobroma cacao* L. termasuk famili *Sterculiaceae*, merupakan jenis tanaman kakao yang banyak diusahakan dan terdiri dari 2 tipe dasar yang dapat dibedakan atas warna dari bijinya. Kakao dengan biji tidak berwarna (putih) termasuk grup Criolo (nomative) dan yang bijinya (cotyledonnya) berwarna ungu termasuk grup Forestero (foreign) (Hall, 1932 dalam Nasaruddin, 2007). Kedua tipe di atas merupakan suatu forma dari *Theobroma cacao* L.

Cheesman (1944) dalam Nasaruddin (2007), telah memberikan sistematik kakao ini sebagai berikut :

Devisio : *Spermatophyta*  
Klas : *Dicotyledoneae*  
Ordo : *Malvales*  
Familia : *Sterculiaceae*



Genus : *Theobroma*

Species : *Theobroma cacao* L.

Lebih lanjut dijelaskan oleh Cheesman (1944) dalam Nasaruddin (2007) bahwa pada dasarnya tanaman kakao dapat dibagi dalam 2 tipe dasar yakni :

1. Criolo

a. Criolo Amerika Tengah

b. Criolo Amerika Selatan

2. Forasetero

a. Forasetero Amazone

b. Trinitario (yang merupakan hybride dari Criolo dengan Forasetero)

Berdasarkan bentuk buahnya, Trinitario terdiri dari 4 golongan (Hall, 1932 dalam Nasaruddin 2007) yakni :

a. Angoleta

Bentuk luar lebih dekat dengan criolo, kulit sangat kasar, tanpa bottle neck, buah besar, biji bulat, alur dalam, kualitas superior, endosperm berwarna ungu.

b. Cundeamor

Bentuk buah seperti Angoleta, kulit kasar, bottle neck jelas, biji gepeng (sedikit manis), alur dangkal, kualitas seperti Angoleta, endosperm berwarna ungu gelap.

c. Amelonadeo

Bentuk buah bulat telur, kulit sedikit halus, ada yang pakai bottle neck ada yang tidak, biji gepeng (sedikit manis), alur jelas, kualitas ada yang sedang ada yang superior, endosperm berwarna ungu.

d. Calabacillo

Buah pendek dan bulat, kulit sangat halus (licin), tidak memiliki / tanpa bottle neck, biji gepeng (agak pahit), alur sangat dangkal, kualitas rendah, endosperm ungu.

## 2.5 Deskripsi Klon-Klon Unggul Kakao

Tanaman kakao pada dasarnya di bedakan atas 3 jenis utama yaitu jenis *Criolo* dan jenis *Forestro* serta hasil persilangan antara kedua jenis ini yang di sebut *Trinitario*. Dalam sistem pembiakan tanaman secara konvensional di bedakan atas pembiakan secara seksual (generatif) yaitu pembiakan dengan menggunakan biji sebagai bahan perbanyakan. Pembiakan secara generatif tidak bisa di jamin turunannya sama dengan induknya karena tanaman kakao, walaupun pada dasarnya menyerbuk sendiri tetapi penyerbukan dapat terjadi sampai 30%. Disamping secara generatif, tanaman kakao dapat di perbanyak secara seksual (vegetatif) dengan menggunakan bagian-bagian vegetatif tanaman. Pembiakan secara vegetatif akan menghasilkan turunan yang menyerupai induknya. Tanaman-tanaman yang di perbanyak secara generatif secara keseluruhan di sebut “Klon (Nasaruddin, 2007).

Berikut adalah deskripsi beberapa klon-klon unggul kakao menurut jenis dan karakteristiknya (Nasaruddin, 2007), yaitu:

a) **Klon-Klon Kakao Mulia.**

Kakao jenis *Criolo* merupakan jenis kakao dengan biji tidak berwarna (putih) atau normatif dan sering dikenal dengan kakao mulia. Beberapa klon unggul kakao mulia adalah:

1. **Djatirunggo 1 (DR 1)**



**Gambar 3.** flush dan buah klon unggul kakao mulia Djati Runggo 1 (DR 1)

**Karakteristik**

- Habitat tanaman besar dan bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri sehingga masih dapat terkontaminasi dengan serbuk sari klon lain
- Daun muda (flush) dominan merah berbulu, daun tua berwarna hijau tua.
- Tangkai daun muda berbulu halus berwarna merah,
- Panjang tangkai daun antara 2-3 cm, panjang daun 18-23 cm dan lebar daun 8 -12 cm
- Kuncup dan tangkai bunga berwarna merah dan bagian bawahnya agak kekuningan, panjang tangkai rata-rata 1,1 cm.
- Bunga mekar berdiameter 1,2 cm dan tinggi mahkota bunga  $\pm 0,8$  cm. Kelopak bunga bagian atas dan bawahnya agak kemerahan. Benang sari

palsu (staminodia) berwarna merah kehitaman, tumbuh membuka tetapi pada ujungnya agak menutup.

- Buah muda (pentil) berwarna merah agak mengkilat, ujung buah runcing, pangkal buah tumpul. Buah memiliki 10 alur berwarna putih kehijauan sedang warna punggung merah, Buah masak berwarna merah jingga yang dimulai dari alurn. Kulit keras dan alur buah sangat jelas..
- Kotiledon berwarna putih, jumlah biji 30-35 buah per buah.
- Rata-rata bobot per biji kering 1,36 g, produktivitas rata-rata 1,5 ton per hektar
- Kadar lemak biji sekitar 50% dan kulit ari < 10 %
- Rentan terhadap penyakit Busuk buah dan VSD

## 2. Djati Runggo 2 (DR 2)



**Gambar 4.** Flush dan buah klon unggul kakao mulia Djati Runggo 2 (DR 2)

### Karakteristik

- Habitat tanaman besar, bersifat kompatibel menyerbuk sendiri.
- Bentuk daun meruncing, permukaan daun agak kasar.

- Warna daun tua hijau, daun muda kuning kehijauan, tangkai daun dan permukaan atas daun memiliki bulu-bulu yang berwarna kuning kehijauan.
- Lebar daun 8-12 cm dan panjang daun 20-22 cm. Tulang daun nampak jelas dan merata, bekas duduk daun pada cabang jelas. Ujung daun runcing dan membengkok, tepi daun bergelombang kasar, permukaan daun tidak mengkilat dan jarak antar daun rata-rata 3,75 cm.
- Kuncup bunga warna merah muda, bagian bawah kelopak bunga berwarna putih kuning kehijauan, tangkai bunga berwarna kuning kehijauan dan bagian atas merah. Panjang tangkai bunga rata-rata 0,9 cm.
- Ukuran bunga mekar berdiameter 1,3 cm, tinggi mahkota bunga sekitar 0,7 cm, benang sari palsu (staminodia) berwarna merah muda dan ujungnya menutup.
- bentuk biji elips, alur pada kulit biji tegas. Jumlah biji per buah rata-rata 40 butir. warna kotiledon biji putih.
- Biji kering berbentuk elips, kotiledon berwarna putih, bobot kering biji rata-rata 1,3 gram. kadar lemak berkisar 50% dan kadar kulit ari <10%.
- Produktivitas mencapai 1,54 ton per hektar
- Tahan terhadap penyakit busuk buah (*phythophthora palmivora* )

### **3. Djati Runggo 38 (DR 38)**

#### **Karasteristik**

- Habitat tanaman sedang, bersifat kompatibel menyerbuk sendiri.

- Daun tua berwarna hijau tua, daun muda (flush) merah tua dan berbulu lebat, tulang daun jelas berwarna hijau muda. lebar daun 8-14 cm dan panjang daun 19-20 cm.



**Gambar 5.** Flush dan buah klon unggul kakao mulia Djati Runggo 38 (DR 38)

- Kuncup bunga berwarna merah tua, tangkai bunga berwarna merah, dibagian pangkal kadang-kadang berwarna kuning keputihan.
- Kelopak dan mahkota bunga ber-warna merah, staminodia tumbuhnya membuka ke atas, warnanya merah muda sedangkan bagian ujungnya berwarna keputihan dan berbulu.
- Buah muda berwarna merah tua mengkilat, ujung buah runcing dan bergelombang, buah masak berwarna merah jingga. Ketebalan kulit pada alur terdalam 0,9 cm dan pada bagian punggungnya 1-2,4 cm.
- Bentuk biji elips, jumlah biji per buah rata-rata 31 bijir, berat biji basah tanpa pulp  $\pm$  2,38 gram. Pada bagian dalam kotiledon bijinya yang dominan putih beberapa diantaranya mempunyai binti hitam (nekrosis). Biji kering berwarna coklat cerah,
- Bobot per biji kering 1,47 g dan produktivitas mencapai 1,50 ton/ha,
- Rentan penyakit busuk buah dan VSD

#### 4. DRC 16



**Gambar 6.** Flush dan buah klon unggul kakao mulia DRC 16

##### **Karakteristik**

- Habitus tanaman sedang dan bersifat kompatibel menyerbuk sendiri.
- Bentuk daun meruncing terdapat penyempitan di pangkal daun sangat tegas, ujung daun meruncing dan bengkok,
- Daun muda berwarna kuning kehijauan, pada tangkai daun muda terdapat bulu halus berwarna putih kekuningan, daun tua berwarna hijau kusam, tulang daun kelihatan jelas warna hijau keputihan,
- Kuncup dan tangkai bunga berwarna merah keputihan. Panjang tangkai bunga rata-rata 1,5 cm, kelopak bunga warna merah keputihan dominan putih, memiliki benang sari palsu (staminodia) merah keputihan, dan pada ujung bagian atas agak membuka.
- Pentil buah berwarna keemerahan sampai merah muda, dibagian pangkal agak putih.
- Permukaan buah agak bergelombang agak kasar, ujung buah runcing dan membengkok. Pada pangkal buah terdapat penyempitan yang sangat tegas. Warna buah masak kuning agak mengkilat, alur buah berwarna keputihan dan pada tangkai buah beralur agak pecah (kasar).

- Kotiledon berwarna putih, buah berbentuk elips, jumlah biji tiap tongkol rata-rata 35 biji.
- Kotiledon biji berwarna putih, bobot kering biji rata-rata 1,19 gram per biji, produktivitas mencapai 1,54 ton per hektar dengan kadar lemak sekitar 51% dan kadar kulit ari <9%.
- Tahan penyakit busuk buah

##### **5. Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute 01 (ICCRI 01)**

Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute (ICCRI) telah melepas kakao ber-produksi tinggi, diantaranya adalah ICCRI 01.



**Gambar 7.** Klon unggul kakao mulia ICCRI 01

##### **Karakteristik**

- Bersifat kompatibel menyerbuk sendiri
- Kotiledon biji berwarna putih dan  
Jumlah biji per buah rata-rata 47 biji
- Bobot kering per biji 1,36 gram dan produktivitas mencapai 2,5 ton per hektar
- Kadar lemak biji sekitar 59 %



- Tahan terhadap penyakit vasculas streak dieback (VSD). Busuk buah dan Helopeltis.

#### 6. Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute 02 (ICCRI 02)



**Gambar 8.** Klon unggul kakao mulia ICCRI 02

#### **Karakteristik**

- Bersifat kompatibel menyerbuk sendiri,
- Kotiledon biji berwarna putih dan jumlah biji per buah 48 biji
- Bobot per biji kering 1,32 g, dan produktivitas mencapai 2,37 ton/ha dengan kadar lemak sekitar 56 %
- Tahan penyakit busuk buah, tetapi Rentan penyakit VSD.

#### 7. DRC 16.

**DRC 16 hasil persilangan sejak tahun 1912 dari klon DR 53.**

#### **Karakteristik**

- Buah muda berwarna hijau, buah tua berwarna kuning .

- Alur buah dangkal, pangkal buah tidak memiliki leher botol ( bottleneck )
- Daun muda berwarna hijau kekuningan dan pinggir daun licin



**Gambar 9.** klon unggul kakao mulia DRC 16 hasil persilangan sejak tahun 1912 dari klon DR 53

- Potensi produksi 1,7 ton per ha per tahun, dengan bobot biji 1,16 g/biji,
- Kadar lemak biji 50.4 % dan kadar kulit ari 11,5 %
- Tahan terhadap penyakit busuk buah tetapi moderat terhadap hama helopeltis

#### **b) Klon-klon Kakao Lindak**

Kakao dengan kotiledon biji berwarna ungu termasuk grup *Forastero* (foregin) yang berarti pendatang. Perkembangan pemuliaan tanaman, dilakukan persilangan antara *criolo* dan *forastero* dan turunanannya di sebut *Trinitario*. Karakteristik klon-klon kakao lindak yang saat ini banyak beredar di masyarakat adalah :

## 1. NIC 7



**Gambar 10.** Buah Klon Kakao Lindak NIC 7

### **Karakteristik**

- Bersifat kompatibel menyerbuk sendiri
- Produktivitas mencapai 1,65 ton/ha dan bobot per biji kering 1,5 g,
- Kotiledon biji berwarna ungu dengan kadar lemak biji 53%,
- Relatif tahan penyakit busuk buah dan tahan penyakit VSD tetapi rentan hama PBK.

## 2. ICS 13

### **Karakteristik**

- Habitus tanaman besar, bersifat kompatibel menyerbuk sendiri
- Warna flush merah tua, bentuk daun panjang agak bulat, ujung daun runcing dan pangkal daun tumpul
- Warna buah muda merah kecoklatan dan buah tua merah jingga.
- Buah berbentuk bulat panjang, pangkal buah tumpul tanpa leher botol (botleneck), permukaan kulit buah kasar, dengan alur buah dalam (tegas) dan ujung buah meruncing.
- Bobot per biji kering 1,03 gram/ biji dan produktivitas 1,85 ton per hektar dengan kadar lemak 52%.

- Moderat tahan penyakit busuk buah, tetapi rentan terhadap penyakit VSD, dan hama PBK.



**Gambar 11.** Flush dan uah Klon Kakao Lindak ICS 13

### 3. ICS 40

#### **Karakteristik**

- Kanopi tajuk rata-rata 195 cm
- Flush berwarna kuning kemerahan, bentuk daun lonjong (elips), dan tepi daun agak bergelombang
- Panjang daun dewasa sekitar 29,95 dengan lebar sekitar 10,01 cm
- Mulai berbunga pada umur sekitar 17,63 bulan, dan mulai berbuah pada umur 19,63 bulan.
- Buah muda berwarna hijau, dan buah tua berwarna kuning, panjang buah sekitar 16,02 cm, garis tengah sekitar 9,45 cm dan ketebalan daging buah 1,35,cm
- Buah berbentuk silinder memanjang, permukaan buah kasar (mengkerut), pada pangkal buah memiliki leher botol (bottleneck) dan ujung buah runcing.

- Jumlah biji per buah sekitar sekitar 44 biji, warna biji coklat agak belang, rata-rata bobot per biji kering 1,42 gram, indeks pod 16,02 buah/kg biji kering
- Relatif tahan terhadap hama dan penyakit utama kakao



**Gambar 12.** Flush dan Buah Klon Kakao Lindak ICS 40

#### 4. ICS 60

##### Karakteristik

- Habitus tanaman besar, Warna flush merah kekuningan, Bentuk daun panjang, ujung daun meruncing dan pangkal daun tumpul.



**Gambar 13.** Klon Kakao Lindak ICS 60

- Buah muda berwarna hijau muda & buah tua berwarna kuning, Bentuk buah bulat panjang, pangkal buah tumpul & memiliki leher botol (botleneck), kulit buah agak kasar, alur buah dalam dan ujung buah runcing

- Bobot kering biji KA 7% 1,67 g/biji, Produktivitas 1,5 ton/ha dan kadar lemak 54 %.
- Agak tahan terhadap busuk buah, tetapi rentan terhadap penyakit Vascular streat disease (VSD) dan hama Penggerek buah (PBK)

## 5. TSH 585

### Karakteristik:

- Bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri
- Kotiledon biji ungu,
- Produktivitas mencapai 1,76 ton/ha, dan bobot per biji kering 1,15 gram,
- Kadar lemak biji 56%,
- Relatif tahan penyakit busuk buah, tetapi rentan penyakit VSD, dan hama PBK.



**Gambar 14.** Klon Kakao Lindak THS 585

## 6. Klon GC 7



**Gambar 15.** Flush dan Buah Klon Kakao Lindak GC 7

### **Karakteristik**

- Flush berwarna merah dan bentuk daun bulat dengan ujung daun meruncing dan pangkal daun tumpul
- Habitus tanaman sedang, Bentuk buah agak bulat, pangkal buah tumpul tanpa bottleneck.
- Kulit buah agak kasar, alur tidak tegas, ujung buah meruncing, pada waktu mudah buah berwarna merang kecoklatan dan saat matang berwarna merah jingga
- Habitus tanaman sedang
- Bobot kering biji rata-rata 1,26 g/biji dan daya hasil 2,04 ton/ha.

## 7. Klon RCC. 70.

### **Karakteristik**

- Klon RCC 70 berasal dari hasil persilangan TSH 858 dengan ICS 60
- Habitus tanaman sedang dan bersifat kompatibel menyerbuk sendiri

- Flush berwarna merah,
- Buah muda berwarna merah dan buah tua merah jingga
- Bentuk buah agak bulat, kulit buah agak halus, ujung buah runcing, pangkal buah tumpul dan memiliki bottleneck yang jelas.
- Bobot kering biji 1,18 g/ha dengan daya hasil 2,29 ton/ha
- Resisten terhadap hama helopeltis dan agak resisten terhadap penyakit busuk buah.



**Gambar 16.** Flush dan Buah Klon Kakao Lindak RCC 70

## **8. Klon RCC 71.**

### **Karakteristik**

- RCC 71 adalah adalah persilangan dari UF 667 dengan IMC 10.
- Habitus tanaman sedang dan bersifat kompatibel menyerbuk sendiri
- Warna flush merah
- Bentuk buah agak bulat, kulit buah agak halus, alur buah kurang tegas, kulit buah runcing, pangkal buah tumpul dan tidak memiliki bottleneck



- Warnah buah merah erah saat muda dan warnah buah tua merah jingga
- Bobot kering biji 1,18 g/biji dan daya hasil 2,28 ton/ha
- Resisten terhadap penyakit busuk buah



**Gambar 17.** Flush dan Buah Klon Kakao Lindak RCC 71 persilangandari UF 667 dengan IMC 10

## 9. Klon RCC 71.

### Karakteristik

- Klon RCC 71 berasal dari hasil persilangan PA 300 dengan UF 10.
- Warna flush berwarna kuning kemerahan
- Warna buah muda hijau dan warna buah masak kuning tua
- Bentuk buah agak panjang, kulit buah agak kasar, alur buah kurang tegas, Ujung buah agak runcing, pangkal buah tumpul dan memiliki bottleneck yang jelas.
- Bobot biji kering 1,16 g/biji dan daya hasil sekitar 2,44 ton/ha
- Agak toleran terhadap penyakit busuk buah.



**Gambar 18.** Flush dan Buah Klon Kakao Lindak RCC 71 persilangan PA 300 dengan UF 10

#### 10. Klon UIT 1



**Gambar 19.** Flush dan Buah Klon Kakao Lindak UIT 01

#### **Karakteristik**

- Daun berbentuk elips (lonjong) dan pinggir daun bergelombang.
- Panjang daun sekitar 22.36 cm dengan lebar sekitar 8.13 cm.
- Bentuk buah kondiamor memanjang, panjang buah dewasa sekitar 20,07 dengan lebar rata-rata sekitar 8,05 cm
- Tanaman seedling mulai berbunga pada umur 16.80 bulan

- Warnah buah muda hijau, kemudian berubah menjadi kuning pada waktu tua , ketebalan kulit buah rata-rata 1,82 cm
- Indeks pod sekitar 21,69 buah/kg biji kering, dan rata-rata jumlah biji perbuah 46 biji
- Biji berwarna ungu (violet)
- Resiten terhadap hama dan penyakit utama tanaman kakao

#### **11. Klon PA 300.**



**Gambar 20.** Flush dan Buah Klon Kakao Lindak PA 300

#### **Karakteristik**

- Habitus tanaman sedang
- Warna flush kuning kemerahan
- Bentuk buah bulat memanjang, pangkal buah tumpul dan memiliki bottleneck, alur buah kurang tegas/dangkal , ujung buah runcing dan kulit buah kasar.

- Warna buah muda hijau muda dan berubah menjadi hijau kuning pada waktu tua/masak Warna buah muda hijau muda dan berubah menjadi hijau kuning pada waktu tua/masak
- Daya hasil 1.400 kg/ha/tahun dan bobot per biji rata-rata 1,14 gram.
- Kotiledon biji berwarna ungu, kadar lemak biji sekitar 54 %
- Cukup tahan penyakit busuk buah dan VSD.

## 12. ICCRI 03

### Karakteristik

- ICCRI 03 merupakan hasil persilangan dari DR 2 dengan Scavina 6
- Daya adaptasinya sampai pada ketinggian 600 m dari muka laut
- Bersifat kompatibel menyerbuk sendiri,
- Bobot biji kering 1,18 g/biji, Kadar lemak biji 55%, produktivitas mencapai 2,19 ton/ha dan kotiledon biji berwarna ungu
- Tahan penyakit busuk buah dan hama Helopeltis, tetapi moderat tahan penyakit VSD



**Gambar 21.** Klon Kakao Lindak ICCRI 03

### 13. Klon ICCRI 04

#### Karakteristik

- Bersifat kompatibel menyerbuk sendiri,
- Bobot biji kering 1,12 g/biji, Kadar lemak biji 55%, produktivitas mencapai 2,16 ton/ha serta kotiledon biji berwarna ungu
- Tahan penyakit busuk buah dan hama Helopeltis, tetapi moderat tahan penyakit VSD



Gambar 22. Klon Kakao Lindak ICCRI 04

### 14. Klon BR 25



Gambar 23. Klon Kakao Lindak BR 25

### **Karakteristik**

- Daun berbentuk lojong (elips), pinggir daun bergelombang, daun dewasa berkurang sekitar 11,0 cm dan lebar sekitar 4,04 cm
- Tanaman sedling mulai berbunga pada umur 15 – 16 bulan setelah tanam
- Warna buah muda merah kehijauan, buah tua berwarna kuning
- Buah menyerupai amelonado (bulat agak lonjong), diameter buah sekitar 7,07cm, panjang sekitar 17,02 cm
- Alur buah dangkal. kulit licin, memiliki bottleneck yang kecil
- Biji berwarna violet, Rata-rata jumlah biji 27 biji/buah,
- Indeks pot sekitar 23,1 buah/ kg biji kering
- Relatif tahan terhadap hama dan penyakit penting tanaman kakao.

### **15. Klon K1.**

Klon K1 merupakan klon Introduksi dari Philipina.

### **Karakteristik**

- Daun berbentuk elips (lonjong) dan pinggir daun rata.
- Panjang daun sekitar 31.31 cm dengan lebar sekitar 13.44 cm.
- Tanaman sedling mulai berbunga pada umur 23.20 bulan & mulai terbentuk buah pada umur 25.10 bulan.
- Bentuk buah menyerupai Amelonado, Alur buah dangkal serta permukaan kulit buah licin.
- Warna buah muda merah, kemudian berubah menjadi kuning oranye pada waktu tua.

- Ukuran buah tua mencapai panjang sekitar 17,79 cm dan diameter buah sekitar 8,67 cm dan ketebalan kulit buah rata-rata 1,80 cm
- Indeks pod sekitar 19,20 buah/kg biji kering, rata-rata bobot per biji kering 1,82 g dan kotiledon biji berwarna ungu (violet)
- Resiten terhadap hama dan penyakit utama tanaman kakao



**Gambar 24.** Klon Kakao Lindak K1

## **16. Klon K2.**

### **Karakteristik**

- Bentuk daun lonjong (elips) dan tepi daun yang rata.
- Panjangnya daun dewasa rata-rata 32.73 cm dan lebar sekitar 12.52 cm.
- Tanaman asal biji sedling mulai berbunga pada umur 21.10 bulan dan mulai kelihatan buah umur 24.12 bulan.
- Bentuk buah menyerupai Amelonado dan agak bundar
- Buah saat muda berwarna merah dan menjadi kuning oranye pada saat tua/dewasa.

- Ketebalan daging buah sekitar 1.40 cm
- Rata-rata jumlah biji sekitar 34 biji per pod/buah
- Index Pod sekitar 25 pod/buah/kg biji kering
- Agak resisten terhadap hama dan penyakit utama tanaman kakao



**Gambar 25.** Klon Kakao Lindak K2

#### **17. Klon PBC 125.**

##### **Karakteristik**

- Habitus Tajuk sedang, pertumbuhan tunas relative cepat dan rimbun
- Sifat Percabangan agak tegak (semi horizontal l)
- Bentuk Daun Obavate, ukuran sedang, Warna daun muda berwarna merah cerah. Daun tua hijau tua, permukaan bergelombang dengan tulang-tulang daun yang tampak jelas.
- Warna Tangkai Bunga: Merah muda & staminode terbuka.
- Kompatibel menyerbuk sendiri (self-compatible) dan mampu menyerbuk silang (cross-compatible)



- Bentuk buah menyerupai Amelonado (bulat panjang), alur buah dangkal serta permukaan kulit buah licin.



**Gambar 26.** Klon Kakao Lindak PBC 123

- Warnah buah muda merah, kemudian berubah menjadi kuning oranye pada waktu tua.
- Indeks pod sekitar 19,50 buah/kg biji kering, rata-rata bobot per biji kering 1,76g
- Relatif tahan terhadap hama PBK , penyakit VCD.

### **18. Sulawesi 1**

Klon Sulawesi 1 secara morfologis mempunyai kemiripan dengan **PBC 123 dan KW 215**

#### **Karasteristik**

- Habitus Tajuk sedang, percabangan intensif sehingga tampak rimbun & Laju Pertunasan cepat

- Sifat Percabangan Agak tegak (semi vertikal)
- Bentuk Daun Obavate, ukuran sedang, Warna daun muda berwarna merah cerah. Daun tua hijau tua, permukaan bergelombang dengan tulang-tulang daun yang tampak jelas.
- Warna Tangkai Bunga: Merah muda & staminode terbuka.
- Penyerbukan: Kompatibel menyerbuk sendiri (self-compatible) dan mampu menyerbuk silang (cross-compatible)



**Gambar 27.** Klon Kakao Lindak Sulawesi 1

- Bentuk buah: Oblong, ukuran besar, panjang  $\pm 20,5$  cm, Lilit buah  $\pm 25,8$  cm &, tebal kulit buah  $\pm 16,3$  mm
- Warna buah muda merah tua dan buah masak berwarna kuning kemerah-merahan.
- Bentuk biji: Ovate, Berat 1 Biji Kering: 1,10 g, Kadar kulit ari: 11,3 %, Kadar Lemak Biji: 48-50%. Jumlah Biji/100Gram:104 buah, Jumlah Biji/Tongkol: 41,5

- Indeks Pod: 25,06 buah/kg biji kering
- Potensi produksi: 1,8 – 2,5 ton/ha/tahun dengan populasi 1.100 pohon/ha
- Tahan terhadap penyakit VSD dan *Oncobasidium theobromae*, tetapi rentan terhadap PBK

## 19. Sulawesi 2

Morfologi tanaman kakao klon Sulawesi 2 mirip dengan BR 25 atau KW 160



**Gambar 28.** Klon Kakao Lindak Sulawesi 2

### Karakteristik

- Habitus tajuk sedang, percabangan semi intensif. Laju pertunasan Cepat & Sifat percabangan tegak (vertikal)
- Bentuk daun obavate, ukuran besar, warna daun muda (flush) coklat agak kemerah-merahan, Daun tua hijau, permukaan bergelombang dengan tulang-tulang daun tampak jelas.

- Tangkai Bunga: Merah muda, staminode terbuka, Penyerbukan :Kompatibel menyerbuk sendiri (self-compatible) dan mampu menyerbuk silang (cross-compatible)
- Bentuk buah: ellips, ukuran sedang , Panjang buah: 17,4 cm, Lilit buah: 22,5 cm & Tebal kulit: 12,5 mm
- Warna buah muda merah tua yang terlihat kusam dan buah masak berwarna orange.
- Bentuk biji: Ellips, Berat 1 biji kering: 1, 00 gram, Kadar kulit ari : 11,64%, Kadar lemak biji: 45-47%, Jumlah biji/100 gram: 103, Jumlah biji/tongkol: 37
- Indeks pod: 27,84 buah/kg biji kering
- Potensi produksi: 1,8 – 2,75 ton/ha/tahun dalam populasi 1.100 pohon/ha
- Tahan terhadap PBK, agak tahan terhadap VSD dan Oncobasidium theobromae

## **20. Scavina 6.**

Klon Scavina 6 merupakan hasil introduksi Botanic Garden Kew, Inggris, dan diperbanyak di kebun Adolina dan Bahlias Inggris. Di Indonesia di jadikan plasma nutfa di Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.



**Gambar 29.** Flush, bunga, dan buah Klon Kakao Lindak Scavina 6

### **Karakteristik**

- Flush berwarna hijau muda, ujung daun runcing, pinggir daun bergelombang.
- Buah berbentuk elips, Alur buah tegas, Pangkal buah tidak memiliki leher notol (botlenec), kulit buah agak kasar
- Warna buah muda hijau, buah tua kuning,
- Potensi Produksi 1,5 ton/ha/tahun
- Berat biji kering 0,65 sampai 0,84 g, kadar kulit ari 16,7smpai 18,75%, dan kadar lemak biji 49,6 sampai 58,17.
- Sangat resisten terhadap VSD

## **2.6 Morfologi Tanaman Kakao**

### **2.6.1 Biji dan Perkecambahan**

Biji tanaman kakao yang terdapat dalam buah berjumlah 20 – 50 biji yang tersusun dalam lima baris dan menyatu dalam bagian poros buah. Biji terbungkus oleh semacam lendir, berwarna putih, rasanya manis dan dikenal dengan “*pulp*” (Nasaruddin, 2007)

Biji kakao termasuk biji yang tidak memiliki masa dormansi sehingga biji-biji kakao sering berkecambah dalam buah yang terlambat di panen. Biji kakao terdiri dari kulit biji (*testa*), dua kotiledon yang saling melipat dan embrio yang terdiri dari epikotil, hipokotil dan radikula. Perkecambahan biji kakao termasuk tipe epigeus, artinya hipokotil memanjang dan kotiledon yang masih menutup terangkat oleh hipokotil keatas permukaan media tumbuh dan biasa disebut fase serdadu. Fase selanjutnya diikuti dengan pembukaan kotiledon dan pemanjangan epikotil serta pembentukan empat lembar daun pertama (Nasaruddin, 2007).

### **2.6.2 Batang dan Cabang**

Batang tanaman kakao secara umum dapat mencapai ketinggian 5 – 10 cm. Batang tanaman memiliki dua jenis percabangan yaitu; (1), Cabang-cabang yang tumbuh kesamping (*plagiotrop*) mempunyai susunan daun berselang seling, terletak dalam satu bidang dengan rumus kedudukan daun  $\frac{1}{2}$  dan (2), cabang yang tumbuh vertikal (*ototrop*) dengan rumus kedudukan daunnya adalah  $\frac{3}{8}$  (Nasaruddin, 2007).

Jika pertumbuhan tanaman normal, percabangan dapat terjadi pada tinggi tanaman 0,90 – 1,50 m dari permukaan tanah. Letak percabangan pertama ini disebut “jorguet”. Batang pokok membentuk cabang utama sebanyak 3 pada criolo dan 4 atau 5 pada forastero (jarang/kurang dari 3 atau lebih dari 5) yang segera diikuti dengan pembentukan cabang-cabang samping (lateral) dan membentuk cabang tertier dengan sistem perdaunan yang rimbun, Jika tanaman tumbuh dengan sehat dan kuat maka umumnya mulai berbunga setelah umur 3 tahun, hanya saja baru sedikit buah (bunga) yang terbentuk (Nasaruddin, 2007).

### **2.6.3 Akar**

Perkembangan akar tanaman kakao dari kecambah berlangsung cepat. Pada umur 1 minggu akar kecambah sudah mencapai 1 cm panjangnya dan pada umur 1 bulan panjang akar sudah dapat mencapai 16-18 cm dan pada umur 3 bulan sudah mencapai sekitar 25 cm. Sistem perakaran tanaman kakao sangat berbeda tergantung dari dan keadaan tanah tempat tanaman tumbuh. Pada tanah-tanah yang permukaan air tanahnya dalam terutama pada lereng-lereng gunung, akar tunggang tumbuh panjang dan akar-akar lateral masuk (menembus) sangat jauh ke dalam tanah. Sebaliknya pada tanah yang permukaan air tanahnya tinggi untuk waktu yang lama dalam tiap tahun, akar tunggang tumbuh tidak begitu dalam dan akar lateral berkembang dekat permukaan tanah. Perkembangan zone perakaran tanaman kakao yang baik pada tanah-tanah yang solumnya antara 30 – 50 cm. Pada tanah ringan, akar tunggang dapat mencapai beberapa meter tetapi pada tanah yang sangat liat akar tunggangnya lebih pendek dan akar lateral lebih

meluas dan banyak. Pada tanah yang berdrainase baik, perkembangan akar lateral dapat mencapai sekitar 56 % pada permukaan tanah antara 0 – 10 cm, 26 % pada lapisan antara 11 – 20 cm, 14 % pada kedalaman 21 – 30 cm dan 4 % tumbuh pada kedalaman 4 % (Susanto, 1994). Dengan demikian maka tanaman kakao sangat respon terhadap perlakuan-perlakuan tanah dan perbaikan kesuburan tanah (Nasaruddin, 2007).

#### **2.6.4 Daun**

Tanaman kakao mempunyai daun yang sederhana. Pada batang utama dan cabang ortotrop letak daun mengikuti rumus  $3/8$  dan pada cabang lateral dengan rumus daun  $1/2$ . Daun-daun yang muda sangat bervariasi, warnanya tergantung dari tipe/varietas tanaman, dari hijau pucat atau kemerah-merahan sampai merah tua. Daun-daun dewasa selalu berwarna hijau, dapat mencapai panjang 30 cm dan lebar 7,5 cm tergantung kondisii naungan. Pada tanaman yang mengalami penanaman berat ukuran daun lebih lebar dan lebih hijau dibanding dengan daun-daun tanaman yang tumbuh tanpa naungan. Tangkai daun pendek yang dilengkapi dengan 2 artikulasi. Artikulasi memungkinkan daun mengadakan gerakan sehingga permukaan atas daun dapat menghadap ke arah datangnya sinar matahari. Permukaan daun licin, tetapi daun rata dan pucuk meruncing. Tunas-tunas baru (flush) membentuk 3 – 6 helai (Nasaruddin, 2007).

Setelah selesai bertunas kuncup-kuncup kembali dorman selama periode tertentu oleh rangsangan faktor lingkungan, kuncup daun kembali bertunas serempak. Pada musim hujan tanaman kakao bertunas setiap 1 – 2 minggu, tetapi pada musim kemarau biasanya sekitar 3 sampai 4 minggu. Pertumbuhan



daun pada cabang plagiotrop berlangsung serempak tetapi tumbuhnya secara berkala. Pada saat tersebut tiap tunas membentuk 3 sampai 6 daun baru sekaligus. Setelah masa pertunasan selesai kuncup daun kembali dorman selama periode tertentu sampai terjadi kondisi lingkungan yang optimal bagi pertunasan, kembali tunas-tunas muncul secara serempak. Ujung kuncup daun yang dorman tertutup oleh suatu sisik yang disebut "*scales*". Jika kembali kuncup bertunas, scales akan runtuh dan meninggalkan bekas yang disebut ring "*scars*". Stomata daun tanaman kakao terdapat pada bagian permukaan bawah daun. Rata-rata jumlah stomata sekitar 70 buah (Nasaruddin, 2007).

#### **2.6.5 Bunga**

Bunga terdiri dari 5 daun kelopak, 5 daun mahkota, 10 tangkai sari, yang tersusun dalam dua lingkaran, masing-masing terdiri dari 5 tangkai sari tetapi hanya satu yang fertil dan 4 yang steril. Benang sari yang steril disebut "*staminodia*", sedang yang fertil disebut "*stamen*". Disamping itu bunga tanaman kakao dilengkapi dengan 5 daun buah yang bersatu dan disebut "*Carpellium*". *Carpellium* berisi banyak bakal biji (*ovulum*) yang tersusun melingkari poros buah. Apabila keadaan ekologis tanaman optimal dengan tingkat pemeliharaan tanaman yang baik, tanaman kakao dapat menghasilkan sebanyak 6.000 – 50.000 bunga setiap tahun, tergantung umur, tetapi hanya sekitar 5 % bunga yang dapat bertahan menjadi buah yang dapat di panen. Bunga-bunga kakao berukuran kecil, warnanya putih kemerah-merahan dan tidak berbau (Nasaruddin, 2007).

### 2.6.6 Buah

Buah tanaman kakao memiliki 10 alur, masing-masing 5 alur dalam dan lima alur dangkal yang letaknya berselang seling. Pada jenis *criolo* dan *trinitario* alur buah sangat jelas, kulit buah tebal tetapi lunak dan permukaannya kasar. Jenis *forastero* memiliki alur buah kurang jelas, permukaan buah halus dan licin, kulit tipis tetapi keras. Warna buah berbeda setiap jenis dan agak beragam, akan tetapi pada dasarnya hanya ada dua tipe perubahan warna buah. Buah muda yang berwarna hijau atau hijau keputihan akan berwarna kuning bila sudah masak dan buah muda yang berwarna merah akan berubah menjadi orange setelah masak. Tanaman kakao mulai berbuah pada umur antara 2 sampai 3 tahun tergantung dari sumber bahan tanaman dan jenis/klon yang ditanam. Tanaman yang berasal dari stek lebih cepat berbuah dibanding dengan tanaman asal biji atau okulasi. Buah-buah muda yang terbentuk sebahagian besar akan layu pada umur 1 – 2 bulan. Hal ini merupakan gejala umum pada tanaman kakao yang dikenal sebagai *physiological effect thinning*. Buah kakao akan masak setelah berumur sekitar 4,5 sampai 6,0 bulan tergantung dari ketinggian tempat. Tanaman yang diusahakan di dataran rendah pada ketinggian dibawah 300 m dari permukaan laut akan masak pada umur sekitar 4,5 bulan. Pada ketinggian 300 sampai 500 m dari permukaan laut akan masak pada umur sekitar 5 bulan dan pada ketinggian di atas 500 m dari permukaan laut akan masak sekitar umur 6 bulan. Pada dasarnya kecepatan masaknya buah dipengaruhi oleh kultivar tanaman dan suhu harian selama pertumbuhan buah (Nasaruddin, 2007).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November 2016 sampai Juni 2017 di Desa Tarengge, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi-Selatan.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah induk bunga jantan dan induk bunga betina dari 6 klon kakao yang telah memiliki karakteristik unggul yaitu: MCC 01 (Masamba Cacao Clone 01), S1 (Sulawesi 1), MCC 02 (Masamba Cacao Clone 02), THR (Tahir) , AFQ/MHP 01 (Muhammad Husein Purung 01), dan BB 01 (Buntu Batu 01).

Adapun alat yang digunakan adalah tabung plastik, pengikat dari plastik, pinset, gunting kecil, kuas, cawan, selotip, hetter, kamera, dan ATK, serta alat lainnya yang mendukung penelitian ini.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Uji T-Student yang terdiri dari 6 klon unggul kakao yaitu MCC 01 (V1), Sulawesi 1 (V2), MCC 02 (V3), THR (V4), AFQ/MHP 01 (V5), dan BB 01(V6). Dalam penelitian ini terdapat tiga kali ulangan yang berbeda setiap pohon. Dalam penelitian ini terdapat tiga kali ulangan yang berbeda setiap pohon. Dalam persilangan ini setiap klon akan menjadi pejantan (penyerbuk) dan betina (diserbuki), sehingga menghasilkan 5 persilangan setiap

klon dan setiap klon-nya akan diambil buah alami sebagai pembanding. Dengan demikian terdapat 36 genotipe dikali tiga ulangan, sehingga menghasilkan 120 unit percobaan.

### **3.4 Hibridisasi/Persilangan**

#### **1. Pemilihan bunga**

Untuk melakukan silangan, kita membutuhkan induk betina dan induk jantan. Kedua induk tersebut berasal dari klon unggul kakao. Sebagai induk betina dipilih bunga kakao yang belum mekar. Bunga sebagai sumber serbuk sari diambil dari bunga yang masih segar, hal ini ditunjukkan oleh benang sari yang berwarna kuning cerah, yang diambil dari bunga lain pada pohon yang sama.

#### **2. Kastrasi**

Bunga yang akan disilangkan dikastrasi terlebih dahulu dengan cara membesihkan kotoran yang ada disekitar bunga dengan menggunakan kuas. Kastrasi dilakukan pada saat bunga jantan mulai muncul tetapi belum pecah. Serbuk sari yang belum pecah biasanya telah terbelah di dua sisi bunga betina dan berwarna putih. sedangkan serbuk sari yang sudah pecah berwarna krem coklat kehitaman.

#### **3. Emaskulasi**

Emaskulasi adalah pembuangan alat kelamin jantan pada tetua betina sebelum bunga mekar atau sebelum terjadi penyerbukan sendiri. Pada persilangan buatan tanaman kakao emaskulasi dilakukan dengan cara manual yaitu serbuk sari diambil menggunakan pinset dengan ujung yang

lancip yang sudah steril. Ini dimaksudkan agar serbuk sari yang akan digunakan dalam persilangan bebas dari kuman dan kontaminasi.

4. Pengumpulan polen

Polen yang akan digunakan dikumpulkan pada sebuah cawan. Pengambilan polen bersamaan pada saat melakukan emaskulasi.

5. Persilangan/penyerbukan

Persilangan dilakukan pada saat bunga telah mekar sempurna. pada pagi hari sekitar pkl. 07.00 s.d. 08.00, yaitu pada saat putik reseptif terhadap polen. Proses penyerbukan dilakukan secara manual dengan bantuan pinset. Serbuk sari yang sudah dikumpulkan sebelumnya dioleskan pada kepal putik menggunakan kuas kecil.

6. Isolasi

Bunga yang telah disilangkan diisolasi untuk menghindari kontaminasi serbuk sari yang tidak dikehendaki. Pengisolasian menggunakan tabung plastik yang salah satu ujungnya terbuka agar dapat diletakkan pada batang tanaman dan sisi ujung lainnya ditutup dengan kain kassa sehingga masi memungkinkan adanya aliran udara masuk kedalam tabung. Celah yang terbentuk antara tabung dan permukaan batang ditutup dengan selotip untuk menghindari terkena air hujan dan serangan hama.

Pengamatan keberhasilan persilangan dilakukan berdasarkan persentase pentil (buah muda) hasil pasilangan yang terbentuk. yang dilakukan secara periodik dengan interval 1 minggu selama 6 minggu setelah payerbukan.

### **3.5 Parameter Pengamatan**

1. Persentase keberhasilan (PK), yaitu menghitung persentase buah yang jadi dari hasil persilangan dengan membagi buah hasil total persilangan dibagi 100
2. Jumlah biji/buah (JBJ), yaitu menghitung berapa jumlah biji dalam setiap buahnya
3. Bobot biji/buah (BBB), yaitu menimbang berat biji dalam setiap buahnya
4. Panjang buah (PBh), dengan mengukur panjang buah hasil persilangan dari ujung sampai pangkal buah
5. Diameter buah (DBh), yaitu mengukur diameter terbesar buah
6. Panjang biji (PBj), dengan mengukur panjang biji dari dua pangkal terjauh
7. Lebar biji (LBj), dengan mengukur lebar biji
8. Tebal biji (TBj), dengan mengukur ketebalan biji
9. Tebal kulit alur (TKA), yaitu mengambil beberapa sampel dengan memotong buah kakao dan mengukur empat sisi alur dari kulit buah dan mengambil nilai rata-ratanya
10. Tebal kulit punggung (TKP), yaitu mengambil beberapa sampel dengan memotong buah kakao dan mengukur empat sisi punggung dari kulit buah dan mengambil nilai rata-ratanya
11. Tebal tempurung (TT), yaitu mengambil beberapa sampel dengan memotong buah kakao dan mengukur empat sisi tempurung dari kulit buah dan mengambil nilai rata-ratanya

12. Tebal eksokarp alur (TEA), yaitu mengambil beberapa sampel dengan memotong buah kakao dan mengukur empat sisi eksokarp alur dari kulit buah dan mengambil nilai rata-ratanya
13. Tebal eksokarp punggung (TEP), yaitu mengambil beberapa sampel dengan memotong buah kakao dan mengukur empat sisi eksokarp punggung dari kulit buah dan mengambil nilai rata-ratanya

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Analisis kompatibilitas persilangan antar enam klon kakao

Hasil persilangan antar enam klon kakao menunjukkan bahwa klon v1, v2 dan v6 memiliki kompatibilitas persilangan yang baik dibandingkan v3, v4, dan v5. Hal ini dilihat dari kelengkapan persilangan dialel antar setiap klon pada Tabel 1. Selain itu, Tabel 1 juga menunjukkan keterkaitan keberhasilan persilangan antar setiap klon. Secara umum, persentase keberhasilan persilangan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan hasil persilangan bersari bebas. Adapun berdasarkan kompatibilitas tetua jantan dan betina, Klon v2 sebagai tetua jantan terbaik pada persilangan dialel dengan persentase keberhasilan sebesar 2.44 % dan klon V1 dan V6 sebagai tetua betina dengan rasio keberhasilan terhadap persilangan bersari bebas mencapai 0.5

Tabel 1. Hasil persilangan enam jenis klon kakao menggunakan diagram dialel

| Betina         | Jantan |      |      |      |      |      | Jumlah | %    | OP     |     | per/OP |
|----------------|--------|------|------|------|------|------|--------|------|--------|-----|--------|
|                | v1     | v2   | v3   | v4   | v5   | v6   |        |      | jumlah | %   |        |
| v1             | -      | 5    | 3    | 7    | 8    | 4    | 27.00  | 3.00 | 9      | 6.0 | 0.50   |
| v2             | 1      | -    | 4    | 4    | 4    | 3    | 15.00  | 1.67 | 7      | 4.7 | 0.36   |
| v3             | 6      | 2    | -    | -    | -    | 11   | 13.00  | 1.44 | 7      | 4.7 | 0.31   |
| v4             | 1      | 3    | -    | -    | -    | 3    | 6.00   | 0.67 | 7      | 4.7 | 0.14   |
| v5             | 2      | 11   | -    | -    | -    | 2    | 13.00  | 1.44 | 6      | 4.0 | 0.36   |
| v6             | 2      | 6    | 4    | 7    | 1    |      | 18.00  | 2.00 | 6      | 4.0 | 0.50   |
| Jumlah         | 12     | 22   | 8    | 11   | 5    | 19   | 92.00  |      | 42.00  |     |        |
| persentasi (%) | 1.33   | 2.44 | 0.89 | 1.22 | 0.56 | 2.11 | 5.11   |      | 14     |     |        |

Keterangan : OP = bersari bebas, v1 = MCC01, v2 = Sulawesi 1/S1, v3 = MCC02, v4 = THR, v5 = AFQ/MHP01, v6 = BB01



#### 4.1.2 Identifikasi Pengaruh jenis persilangan terhadap karakteristik komponen buah kakao

Hasil analisis ragam dan uji beda nyata duncan pada karakteristik komponen buah kakao terhadap persilangan bersari bebas ditunjukkan pada Tabel 2. Adapun perbedaan buah hasil persilangan bersari bebas dengan persilangan hibrida ditunjukkan pada Tabel 3,4, dan 5. Kombinasi keempat tabel ini menjadi kunci untuk melihat perbedaan respon karakter hasil buah persilangan berdasarkan perbedaan jenis persilangan.

Tabel 2. Hasil analisis ragam pada persilangan bersari bebas

| Karakter | Klon    |        |         |        |         |         | F-hit   | F-tabel |      | KK (%)  |
|----------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|------|---------|
|          | V1      | V2     | V3      | V4     | V5      | V6      |         | 0.05    | 0.01 |         |
| JBj      | 33.7    | 37.9   | 37.4    | 35.7   | 28.0    | 38.2    | 1.78    | 3.33    | 5.64 | 14.24   |
| BBB      | 0.14a   | 0.072b | 0.135a  | 0.075b | 0.092ab | 0.133a  | 3.55*   | 3.33    | 5.64 | 25.72   |
| PBh      | 16.08ab | 17.22a | 14.97bc | 16.96a | 14.18c  | 16.56ab | 4.6**   | 2.39    | 3.38 | 10.62   |
| DBh      | 9.21a   | 8.49a  | 8.74a   | 6.81b  | 7.92ab  | 8.79a   | 2.85*   | 2.39    | 3.38 | 18.74   |
| PBj      | 3.12ab  | 2.32d  | 3.21a   | 2.33d  | 2.69c   | 2.88bc  | 17.98** | 2.34    | 3.28 | 11.49   |
| LBj      | 1.69ab  | 1.41c  | 1.66ab  | 1.59bc | 1.40c   | 1.79a   | 7.21**  | 2.34    | 3.28 | 14.16   |
| TBj      | 1.00b   | 1.25a  | 0.99b   | 1.09ab | 0.85b   | 0.91b   | 3.91**  | 2.34    | 3.28 | 27.19   |
| TKA      | 0.83bc  | 1.17a  | 0.92b   | 0.75c  | 0.82bc  | 0.9bc   | 8.91**  | 2.37    | 3.35 | 18.08   |
| TKP      | 1.15b   | 1.41a  | 1.09bc  | 0.94c  | 0.97c   | 1.20b   | 9.60**  | 2.37    | 3.35 | 15.92   |
| TT       | 0.113   | 0.144  | 0.150   | 0.086  | 0.116   | 0.133   | 2.18    | 2.39    | 3.38 | 18.53tr |
| TEA      | 0.46    | 0.48   | 0.52    | 0.48   | 0.50    | 0.52    | 0.43    | 2.37    | 3.35 | 23.78   |
| TEP      | 0.83    | 0.75   | 0.74    | 0.69   | 0.70    | 0.82    | 2.25    | 2.37    | 3.35 | 17.31   |

Keterangan : JBh= jumlah buah, BB = bobot biji per buah, PBh = panjang buah, DBh = Diameter buah, PBj = panjang biji, LBj = lebar biji, TBj = tebal biji, TKA = tebal kulit alur, TKP=tebal kulit punggung, TT = tebal tempurung, TEA = tebal eksokarp alur, TEP = tebal eksokarp punggung , v1 = MCC01, v2 = Sulawesi 1/S1, v3 = MCC02, v4 = THR, v5 = AFQ/MHP01, v6 = BB01

Persilangan bersari bebas pada enam klon kakao menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap jumlah biji per buah. Walaupun pada V5, jumlah

bijinya memiliki selisih 10 buah terhadap klon V6 (Tabel 2). Adapun perbandingan terhadap hibrida, secara umum, galur hibrida memiliki jumlah biji yang lebih sedikit dibandingkan persilangan bersari bebas. Walaupun demikian, terdapat kombinasi persilangan yang memiliki jumlah biji yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya. Kombinasi tersebut ialah V5V6 (37.5%) dan V6V3 (19.2 %) (Tabel 3).

**Tabel 3 Rata-rata dan uji t-student terhadap perlakuan bersari bebas pada karakter buah hasil persilangan klon kakao**

| Klon         | Polen | jumlah biji |        |        | Bobot biji per buah (kg) |        |        | Panjang Buah (cm) |        |        | Diameter buah (cm) |        |        |
|--------------|-------|-------------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|              |       | Rataan      | PR (%) | t-test | Rataan                   | PR (%) | t-test | Rataan            | PR (%) | t-test | Rataan             | PR (%) | t-test |
| V1           | OP    | 36.11       |        |        | 0.16                     |        |        | 16.08             |        |        | 9.21               |        |        |
| V1           | V2    | 32.60       | -9.72  | -0.13  | 0.12                     | -22.86 | -0.28  | 17.55             | 9.18   | 2.1    | 8.60               | -6.61  | -1.65  |
| V1           | V3    | 30.00       | -16.92 | -0.22  | 0.13                     | -14.29 | -0.18  | 17.35             | 7.93   | 1.24   | 8.95               | -2.81  | -0.68  |
| V1           | V4    | 31.00       | -14.15 | -0.18  | 0.13                     | -17.35 | -0.22  | 16.21             | 3.47   | 0.66   | 8.68               | -5.16  | -1.58  |
| V1           | V5    | 36.50       | 1.08   | 0.01   | 0.13                     | -15.63 | -0.19  | 16.20             | 6.79   | 1.32   | 8.53               | -2.44  | -0.75  |
| V1           | V6    | 19.75       | -45.31 | -0.59  | 0.09                     | -43.75 | -0.54  | 15.77             | -1.92  | -0.33  | 8.72               | -5.34  | -1.15  |
| rata hibrida |       | 29.97       | -17.01 |        | 0.12                     | -22.77 |        | 16.62             | 5.09   |        | 8.70               | -4.47  |        |
| rata V1      |       | 30.99       |        |        | 0.13                     |        |        | 16.53             |        |        | 8.78               |        |        |
| V2           | OP    | 38.00       |        |        | 0.07                     |        |        | 17.22             |        |        | 8.49               |        |        |
| V2           | V1    | 19.00       | -50.00 | -1.96  | 0.05                     | -30.00 | -0.74  | 16.17             | -6.11  | -1.2   | 6.80               | -19.91 | -1.42  |
| V2           | V3    | 32.50       | -14.47 | -0.57  | 0.06                     | -12.50 | -0.66  | 17.88             | 3.86   | 0.52   | 7.60               | -10.49 | -0.83  |
| V2           | V4    | 35.00       | -7.89  | -0.31  | 0.06                     | -12.50 | -0.66  | 18.17             | 5.51   | 1.42   | 7.60               | -10.49 | -0.85  |
| V2           | V5    | 31.75       | -16.45 | -0.64  | 0.05                     | -30.00 | -0.74  | 18.07             | 4.93   | 1.04   | 7.48               | -11.87 | -0.95  |
| V2           | V6    | 44.00       | 15.79  | 0.62   | 0.06                     | -20.67 | -0.70  | 16.96             | -1.12  | -0.10  | 7.28               | -13.73 | -0.96  |
| rata hibrida |       | 32.45       | -14.61 |        | 0.06                     | -21.13 |        | 17.45             | 1.41   |        | 7.35               | -13.30 |        |
| rata V2      |       | 33.38       |        |        | 0.06                     |        |        | 17.41             |        |        | 7.54               |        |        |
| V3           | OP    | 39.29       |        |        | 0.15                     |        |        | 14.97             |        |        | 8.74               |        |        |
| V3           | V1    | 46.00       | 17.09  | 0.18   | 0.12                     | -22.22 | -0.19  | 15.10             | 0.89   | 0.15   | 8.14               | -6.94  | -1.50  |
| V3           | V2    | 39.00       | -0.73  | -0.01  | 0.08                     | -50.00 | -0.43  | 14.53             | -2.95  | -0.48  | 8.35               | -4.51  | -0.55  |
| V3           | V6    | 25.39       | -35.36 | -0.36  | 0.10                     | -35.35 | -0.31  | 14.84             | 3.56   | -0.11  | 8.75               | 1.65   | 0.02   |
| rata hibrida |       | 36.80       | -6.33  |        | 0.10                     | -35.86 |        | 14.82             | 0.50   |        | 8.41               | -3.27  |        |
| rata V3      |       | 37.42       |        |        | 0.11                     |        |        | 14.86             |        |        | 8.50               |        |        |

| Klon         | Polen | jumlah biji |        |        | Bobot biji per buah (kg) |        |        | Panjang Buah (cm) |        |        | Diameter buah (cm) |        |        |
|--------------|-------|-------------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|              |       | Rataan      | PR (%) | t-test | Rataan                   | PR (%) | t-test | rataan            | PR (%) | t-test | Rataan             | PR (%) | t-test |
| V4           | OP    | 37.29       |        |        | 0.09                     |        |        | 16.96             |        |        | 6.81               |        |        |
| V4           | V1    | 34.00       | -8.81  | -0.09  | 0.10                     | 16.67  | 0.13   | 16.47             | -2.88  | -0.36  | 7.03               | 3.26   | 0.41   |
| V4           | V2    | 26.67       | -28.48 | -0.30  | 0.08                     | -2.78  | -0.02  | 16.10             | -5.05  | -0.68  | 6.64               | -2.51  | -0.53  |
| V4           | V6    | 30.00       | -19.54 | -0.20  | 0.10                     | 16.67  | 0.13   | 18.63             | 9.85   | 2.99*  | 7.40               | 8.65   | 2.38   |
| rata hibrida |       | 30.22       | -18.94 |        | 0.09                     | 10.19  |        | 17.06             | 0.64   |        | 7.02               | 3.13   |        |
| rata V4      |       | 31.99       |        |        | 0.09                     |        |        | 17.04             |        |        | 6.97               |        |        |
| V5           | OP    | 28.00       |        |        | 0.09                     |        |        | 14.18             |        |        | 7.92               |        |        |
| V5           | V1    | 12.50       | -55.4  | -5.79* | 0.05                     | -45.5  | -3.54  | 14.30             | 0.86   | 0.17   | 8.10               | 2.24   | 0.69   |
| V5           | V2    | 27.55       | -1.6   | -0.17  | 0.08                     | -10.7  | -0.84  | 14.22             | 2.82   | 0.08   | 7.69               | -0.56  | -1.32  |
| V5           | V6    | 38.50       | 37.5   | 3.92*  | 0.10                     | 9.1    | 0.71   | 15.28             | 7.77   | 1.81   | 7.94               | 0.22   | 0.07   |
| rata hibrida |       | 26.18       | -6.49  |        | 0.08                     | -15.70 |        | 14.60             | 3.82   |        | 7.91               | 0.63   |        |
| rata V5      |       | 26.64       |        |        | 0.08                     |        |        | 14.49             |        |        | 7.91               |        |        |
| V6           | OP    | 38.17       |        |        | 0.13                     |        |        | 16.56             |        |        | 8.79               |        |        |
| V6           | V1    | 39.50       | 3.5    | 0.51   | 0.10                     | -25.0  | -2.83  | 15.90             | -3.96  | -0.71  | 8.68               | -1.20  | -0.27  |
| V6           | V2    | 43.67       | 14.4   | 2.10   | 0.15                     | 12.5   | 1.41   | 17.50             | 5.70   | 1.44   | 9.29               | 5.67   | 2.42*  |
| V6           | V3    | 45.50       | 19.2   | 2.79*  | 0.13                     | -6.3   | -0.71  | 16.29             | -1.63  | -0.36  | 8.83               | 0.45   | 0.20   |
| V6           | V4    | 40.71       | 6.7    | 0.97   | 0.09                     | -30.4  | -3.43  | 15.03             | -9.19  | -1.76  | 8.53               | -2.91  | -0.81  |
| V6           | V5    | 29.00       | -24.0  | -3.49  | 0.05                     | -62.5  | -7.07  | 16.30             | -1.54  | 0.32   | 8.93               | 1.64   | 0.47   |
| rata hibrida |       | 38.40       | 0.62   |        | 0.09                     | -33.04 |        | 16.20             | -2.12  |        | 8.85               | 0.73   |        |
| rata V6      |       | 39.72       |        |        | 0.10                     |        |        | 16.26             |        |        | 8.84               |        |        |

Keterangan : OP = bersari bebas; PR = perbedaan relatif

Hasil berbeda ditunjukkan pada karakter bobot biji per buah, panjang buah dan diameter buah. Persilangan bersari bebas pada enam klon kakao menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap karakter bobot biji per buah. Klon V1 (0.14) merupakan klon yang memiliki bobot biji per buah terbesar dibandingkan klon lain walaupun secara statistik bobot V1 tidak berbeda nyata dengan V3 (0.135). V6 (0.133) dan V5 (0.092) (Tabel 2). Adapun, persilangan bersari bebas pada enam klon kakao terhadap panjang dan diameter buah menunjukkan pengaruh yang sangat nyata. Klon V2 (17.22) merupakan klon yang memiliki

panjang buah terpanjang, walaupun secara statistik panjang buah V2 tidak berbeda nyata dengan V4 (16.96), V6 (16.56), dan V1 (16.08) (Tabel 2). Pada karakter diameter buah, Klon V1 (9.21) merupakan klon yang memiliki diameter buah terbesar dibandingkan dengan klon lainnya, walaupun secara statistik diameter buah V1 tidak berbeda nyata dengan V6 (8.79), V3 (8.74), V2 (8.49) dan V5 (7.92) (Tabel 2). Berdasarkan perbandingan terhadap hibrida, secara umum, nilai rata-rata hibrida memiliki bobot biji yang lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebasnya, kecuali pada klon V4 (Tabel 3). Pada karakter panjang buah, galur hibrida secara umum memiliki panjang buah yang lebih panjang dibandingkan buah persilangan bersari bebas, kecuali pada klon V6. Sebaliknya pada karakter diameter buah, galur hibrida tidak menunjukkan pola spesifik terhadap persilangan bersari bebas. Hibrida V1,V2 dan V3 rata-rata memiliki diameter buah yang lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebasnya, sedangkan rata-rata hibrida klon V4,V5, dan V6 memiliki diameter buah yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya. Berdasarkan perbedaan spesifik kombinasi hibrida, kombinasi V4V6 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif panjang buah yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebas V4. Adapun pada karakter diameter buah, kombinasi persilangan V6V2 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif diameter buah yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebas V6 (Tabel 3).

Berdasarkan karakteristik biji pada Tabel 2, pengaruh persilangan bersari bebas klon kakao menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap panjang biji, lebar biji dan tebal biji. Klon V3 (3.21) merupakan klon yang memiliki panjang

biji terpanjang dibandingkan klon lain, walaupun panjangnya tidak berbeda nyata dengan V1 (3.12). Klon V6 merupakan klon dengan lebar biji terbesar dibandingkan klon lainnya, walaupun tidak berbeda nyata dengan V1 (1.69) dan V (1.66). Adapun, klon V2 (1.25) merupakan klon yang memiliki tebal biji terbesar dibandingkan klon lainnya. (Tabel 2).

Tabel 4 rata-rata dan uji t-student terhadap perlakuan bersari bebas pada karakter biji hasil persilangan klon kakao

| Klon | Polen        | Panjang Biji (cm) |        |        | Lebar Biji (cm) |        |        | Tebal Biji (cm) |        |        |
|------|--------------|-------------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
|      |              | Rataan            | PR (%) | t-test | Rataan          | PR (%) | t-test | Rataan          | PR (%) | t-test |
| V1   | OP           | 3.12              |        |        | 1.69            |        |        | 1.01            |        |        |
| V1   | V2           | 3.18              | 1.92   | 0.87   | 1.74            | 3.16   | 0.90   | 1.14            | 13.25  | 1.26   |
| V1   | V3           | 3.12              | 0.00   | 0.00   | 1.58            | -6.32  | -2.91* | 0.96            | -4.64  | -1.34  |
| V1   | V4           | 3.22              | 3.21   | 1.46   | 1.62            | -3.95  | -0.91  | 1.06            | 5.30   | 1.13   |
| V1   | V5           | 3.18              | 1.92   | 0.87   | 1.72            | 1.98   | 0.69   | 1.12            | 11.26  | 3.56*  |
| V1   | V6           | 3.22              | 3.21   | 1.07   | 1.64            | -2.77  | -1.19  | 0.94            | -6.62  | -1.91  |
|      | rata hibrida | 3.18              | 2.05   |        | 1.66            | -1.58  |        | 1.04            | 3.71   |        |
|      | rata V1      | 3.17              |        |        | 1.66            |        |        | 1.04            |        |        |
| V2   | OP           | 2.32              |        |        | 1.41            |        |        | 1.25            |        |        |
| V2   | V1           | 2.36              | 1.72   | 0.26   | 1.40            | -0.47  | -0.07  | 1.06            | -15.43 | -1.34  |
| V2   | V3           | 2.28              | -1.72  | -0.27  | 1.30            | -7.58  | -1.20  | 1.01            | -19.41 | -1.78  |
| V2   | V4           | 2.36              | 1.72   | 0.34   | 1.21            | -13.98 | -2.23* | 0.99            | -21.01 | -1.90  |
| V2   | V5           | 2.48              | 6.90   | 1.23   | 1.40            | -0.47  | -0.07  | 1.03            | -17.82 | -1.61  |
| V2   | V6           | 2.30              | -0.86  | -0.12  | 1.36            | -3.32  | -0.50  | 1.23            | -1.86  | -0.10  |
|      | rata hibrida | 2.36              | 1.55   |        | 1.33            | -5.17  |        | 1.06            | -15.11 |        |
|      | rata V2      | 2.35              |        |        | 1.35            |        |        | 1.10            |        |        |
| V3   | OP           | 3.21              |        |        | 1.66            |        |        | 0.99            |        |        |
| V3   | V1           | 3.38              | 5.30   | 1.09   | 1.72            | 3.61   | 0.80   | 0.99            | 0.00   | 0.00   |
| V3   | V2           | 3.48              | 8.41   | 1.67   | 1.83            | 10.24  | 2.47*  | 0.94            | -5.05  | -0.91  |
| V3   | V6           | 3.45              | 7.37   | 1.42   | 1.71            | 2.81   | 0.53   | 0.87            | -11.78 | -1.98  |
|      | rata hibrida | 3.44              | 7.03   |        | 1.75            | 5.56   |        | 0.93            | -5.61  |        |
|      | rata V3      | 3.38              |        |        | 1.73            |        |        | 0.95            |        |        |

| Klon | Polen        | Panjang Biji (cm) |        |        | Lebar Biji (cm) |        |        | Tebal Biji (cm) |        |        |
|------|--------------|-------------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
|      |              | Rataan            | PR (%) | t-test | Rataan          | PR (%) | t-test | Rataan          | PR (%) | t-test |
| V4   | OP           | 2.33              |        |        | 1.59            |        |        | 1.09            |        |        |
| V4   | V1           | 2.55              | 9.44   | 1.86   | 1.48            | -6.62  | -0.96  | 1.01            | -7.34  | -0.72  |
| V4   | V2           | 2.53              | 8.58   | 2.34*  | 1.51            | -4.73  | -0.71  | 0.92            | -15.60 | -1.57  |
| V4   | V6           | 2.71              | 16.31  | 4.08*  | 1.62            | 2.21   | 0.35   | 0.98            | -10.09 | -1.06  |
|      | rata hibrida | 2.60              | 11.44  |        | 1.54            | -3.05  |        | 0.97            | -11.01 |        |
|      | rata V4      | 2.53              |        |        | 1.55            |        |        | 1.00            |        |        |
| V5   | OP           | 2.69              |        |        | 1.40            |        |        | 0.85            |        |        |
| V5   | V1           | 2.73              | 1.61   | 0.41   | 1.59            | 13.57  | 1.46   | 0.96            | 12.50  | 1.74   |
| V5   | V2           | 2.80              | 4.22   | 1.06   | 1.43            | 1.90   | 0.30   | 0.97            | 14.06  | 3.14*  |
| V5   | V6           | 2.95              | 9.93   | 1.06   | 1.51            | 8.10   | 2.48*  | 0.95            | 10.94  | 1.75   |
|      | rata hibrida | 2.83              | 5.25   |        | 1.51            | 7.86   |        | 0.96            | 12.50  |        |
|      | rata V5      | 2.79              |        |        | 1.48            |        |        | 0.93            |        |        |
| V6   | OP           | 2.88              |        |        | 1.79            |        |        | 0.91            |        |        |
| V6   | V1           | 2.90              | 0.69   | 0.21   | 1.76            | -1.49  | -0.44  | 0.97            | 6.99   | 0.60   |
| V6   | V2           | 3.08              | 6.94   | 1.42   | 1.84            | 2.99   | 1.06   | 0.97            | 6.99   | 1.24   |
| V6   | V3           | 2.81              | -2.31  | -0.69  | 1.77            | -1.12  | -0.38  | 0.85            | -6.62  | -1.48  |
| V6   | V4           | 3.14              | 9.03   | 2.29*  | 1.84            | 2.99   | 0.73   | 0.82            | -9.56  | -1.58  |
| V6   | V5           | 3.07              | 6.60   | 1.85   | 1.94            | 8.58   | 2.72*  | 0.91            | 0.37   | 0.11   |
|      | rata hibrida | 3.00              | -2.58  |        | 1.83            | -0.58  |        | 0.90            | -6.87  |        |
|      | rata V6      | 2.98              |        |        | 1.82            |        |        | 0.90            |        |        |

Keterangan : OP = bersari bebas; PR = perbedaan relatif

Perbedaan relatif rata-rata hibrida terhadap persilangan bersari bebas menunjukkan bahwa karakter panjang biji rata-rata hibrida memiliki panjang yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebas. Sebaliknya pada karakter lebar dan tebal biji, rata-rata hibrida memiliki lebar dan tebal biji yang condong lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebasnya, kecuali V3 dan V5 untuk lebar biji dan V1 dan V5 untuk tebal biji. Selain itu, berdasarkan perbedaan spesifik kombinasi hibrida, kombinasi V4V2, V4V6 dan V6V4 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif panjang biji yang lebih baik dibandingkan persilangan

bersari bebasnya (V4 dan V6). Pada karakter lebar biji, hibrida V3V2, V5V6 dan V6V5 merupakan kombinasi hibrida dengan perbedaan relatif lebar biji yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya (V3,V4 dan V5). Sebaliknya kombinasi hibrida V1V3 dan V2V4 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif lebar biji yang lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebas (V1 Dan V2). Adapun pada karakter tebal biji, kombinasi persilangan V1V5 dan V5V2 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif tebal biji yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya (V1 dan V5) (Tabel 4).

Hasil analisis terhadap karakteristik kulit biji ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 4. Persilangan bersari bebas menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap karakter TKA dan TKP, sedangkan pada karakter TT, TEA, dan TEP, persilangan bersari bebas menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Klon V2 (1.17) merupakan klon yang memiliki TKA dan TEP terbaik (Tabel 2). Berdasarkan perbedaan relatif, rata-rata hibrida memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebas pada karakter TKP. Sebaliknya, rata-rata hibrida pada karakter TT dan TEA memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebas. Adapun pada karakter TKA dan TEP, perbedaan relatif antar rata-rata hibrida dengan persilangan bersari bebas tidak berpola atau bercondong kepada salah satu sisi. Klon V2, V5 dan V6 memiliki rata-rata hibrida yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya pada karakter TKA. Sebaliknya, V1,V3 dan V4 memiliki rata-rata hibrida yang lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebasnya pada karakter TKA. Adapun pada karakter TEP, Klon V1 dan V5 memiliki rata-rata hibrida yang lebih baik dibandingkan

persilangan bersari bebasnya. Sebaliknya, V2,V3 dan V4 memiliki rata-rata hibrida yang lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebasnya, sedangkan rata-rata hibrida V6 memiliki nilai yang sama dengan persilangan bersari bebasnya (Tabel 5).

Tabel 5 Rata-rata dan uji t-student terhadap perlakuan bersari bebas pada karakter kulit buah hasil persilangan klon kakao

| K            | P  | TKA    |        |        | TKP    |        |        | TT     |        |        | TEA    |        |        | TEP    |        |        |
|--------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              |    | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test |
| V1           | OP | 0.83   |        |        | 1.15   |        |        | 0.11   |        |        | 0.46   |        |        | 0.83   |        |        |
| V1           | V2 | 0.93   | 11.56  | 1.81   | 1.23   | 6.91   | 1.02   | 0.17   | 48.15  | 0.80   | 0.38   | -18.92 | -1.68  | 0.75   | -9.55  | -0.74  |
| V1           | V3 | 0.76   | -8.04  | -1.11  | 1.20   | 4.73   | 0.88   | 0.18   | 55.56  | 3.46*  | 0.49   | 5.41   | 0.36   | 0.86   | 4.02   | 0.56   |
| V1           | V4 | 0.86   | 4.02   | 1.01   | 1.35   | 17.82  | 3.01   | 0.15   | 33.33  | 1.62   | 0.45   | -2.70  | -0.23  | 1.01   | 22.11  | 3.80*  |
| V1           | V5 | 0.73   | -12.56 | -1.56  | 1.11   | -2.91  | -0.60  | 0.08   | -33.33 | -2.07* | 0.43   | -8.11  | -1.16  | 0.84   | 1.01   | 0.25   |
| V1           | V6 | 0.81   | -2.76  | -0.53  | 1.11   | -2.91  | -0.57  | 0.11   | 0.00   | 0.00   | 0.48   | 4.05   | 0.52   | 0.74   | -11.06 | -2.39  |
| rata hibrida |    | 0.82   | -1.56  |        | 1.20   | 4.73   |        | 0.14   | 20.74  |        | 0.44   | -4.05  |        | 0.84   | 1.31   |        |
| rata V1      |    | 0.82   |        |        | 1.19   |        |        | 0.13   |        |        | 0.45   |        |        | 0.84   |        |        |
| V2           | OP | 1.17   |        |        | 1.41   |        |        | 0.14   |        |        | 0.48   |        |        | 0.75   |        |        |
| V2           | V1 | 1.11   | -4.98  | -0.8   | 1.35   | -4.14  | -0.89  | 0.14   | -4.81  | -0.23  | 0.43   | -10.53 | -0.98  | 0.64   | -14.53 | -1.40  |
| V2           | V3 | 1.29   | 9.96   | 1.69   | 1.58   | 11.83  | 2.51*  | 0.15   | 3.85   | 0.22   | 0.48   | 0.00   | 0.00   | 0.82   | 9.78   | 1.54   |
| V2           | V4 | 1.29   | 9.96   | 1.67   | 1.43   | 1.63   | 0.31   | 0.13   | -9.13  | -0.49  | 0.44   | -6.58  | -0.83  | 0.66   | -11.17 | -1.51  |
| V2           | V5 | 1.29   | 10.50  | 1.7    | 1.53   | 8.73   | 1.62   | 0.11   | -25.23 | -1.82  | 0.47   | -1.32  | -0.19  | 0.68   | -8.66  | -1.70  |
| V2           | V6 | 1.27   | 8.36   | 1.44   | 1.50   | 6.51   | 1.32   | 0.15   | 3.85   | 0.22   | 0.48   | 0.00   | 0.00   | 0.76   | 1.40   | 0.20   |
| rata hibrida |    | 1.25   | 6.76   |        | 1.48   | 4.91   |        | 0.14   | -6.30  |        | 0.46   | -3.68  |        | 0.71   | -4.64  |        |
| rata V2      |    | 1.24   |        |        | 1.47   |        |        | 0.14   |        |        | 0.46   |        |        | 0.72   |        |        |
| V3           | OP | 0.92   |        |        | 1.09   |        |        | 0.15   |        |        | 0.52   |        |        | 0.74   |        |        |
| V3           | V1 | 0.89   | -3.40  | -0.24  | 1.07   | -1.72  | -0.13  | 0.12   | -20.83 | -1.67  | 0.50   | -3.61  | -0.17  | 0.71   | -4.24  | -0.34  |
| V3           | V2 | 0.96   | 4.76   | 0.38   | 1.11   | 2.30   | 0.18   | 0.13   | -16.67 | -1.08  | 0.44   | -14.46 | -0.91  | 0.68   | -7.63  | -0.60  |
| V3           | V6 | 0.89   | -3.40  | -0.27  | 1.11   | 1.92   | 0.15   | 0.15   | -2.78  | -0.50  | 0.49   | -5.22  | -0.31  | 0.77   | 3.95   | 0.31   |
| rata hibrida |    | 0.91   | -0.68  |        | 1.10   | 0.83   |        | 0.13   | -13.43 |        | 0.48   | -7.76  |        | 0.72   | -2.64  |        |
| rata V3      |    | 0.91   |        |        | 1.09   |        |        | 0.13   |        |        | 0.49   |        |        | 0.72   |        |        |
| V4           | OP | 0.75   |        |        | 0.94   |        |        | 0.09   |        |        | 0.48   |        |        | 0.69   |        |        |
| V4           | V1 | 0.77   | 3.00   | 0.36   | 0.94   | -0.66  | -0.10  | 0.12   | 35.71  | 0.64   | 0.42   | -11.84 | -1.33  | 0.64   | -7.27  | -0.94  |
| V4           | V2 | 0.67   | -10.83 | -1.22  | 0.89   | -5.30  | -0.05  | 0.08   | -7.14  | -0.46  | 0.46   | -2.63  | -0.25  | 0.63   | -8.18  | -0.88  |
| V4           | V6 | 0.80   | 6.67   | 1.03   | 1.00   | 5.96   | 0.88   | 0.06   | -28.57 | -1.90  | 0.44   | -6.58  | -0.59  | 0.66   | -3.64  | -0.59  |
| rata hibrida |    | 0.75   | -0.39  |        | 0.94   | 0.00   |        | 0.09   | 0.00   |        | 0.44   | -7.02  |        | 0.64   | -6.36  |        |
| rata V4      |    | 0.75   |        |        | 0.94   |        |        | 0.09   |        |        | 0.45   |        |        | 0.65   |        |        |



| K            | P  | TKA    |        |        | TKP    |        |        | TT     |        |        | TEA    |        |        | TEP    |        |        |
|--------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              |    | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test | rataan | PR (%) | t-test |
| V5           | OP | 0.82   |        |        | 0.97   |        |        | 0.12   |        |        | 0.50   |        |        | 0.70   |        |        |
| V5           | V1 | 0.84   | 2.79   | 0.51   | 1.06   | 8.80   | 1.61   | 0.10   | -14.29 | -0.93  | 0.53   | 7.14   | 0.76   | 0.78   | 12.28  | 1.52   |
| V5           | V2 | 0.85   | 3.55   | 0.82   | 1.03   | 6.44   | 1.70   | 0.13   | 14.29  | 1.41   | 0.49   | -1.68  | -0.26  | 0.76   | 9.58   | 1.68   |
| V5           | V6 | 0.80   | -3.05  | -0.49  | 1.00   | 2.58   | 0.55   | 0.08   | -28.57 | -1.79  | 0.49   | -0.84  | -0.09  | 0.63   | -9.58  | -1.12  |
| rata hibrida |    | 0.83   | 1.10   |        | 1.03   | 5.94   |        | 0.11   | -9.52  |        | 0.50   | 1.54   |        | 0.72   | 4.09   |        |
| rata V5      |    | 0.83   |        |        | 1.01   |        |        | 0.11   |        |        | 0.50   |        |        | 0.72   |        |        |
| V6           | OP | 0.90   |        |        | 1.20   |        |        | 0.13   |        |        | 0.52   |        |        | 0.82   |        |        |
| V6           | V1 | 0.94   | 4.86   | 0.58   | 1.20   | 0.00   | 0.00   | 0.13   | -6.25  | -0.30  | 0.48   | -6.85  | -1.03  | 0.73   | -11.22 | -1.81  |
| V6           | V2 | 0.98   | 8.33   | 0.98   | 1.34   | 11.98  | 1.81   | 0.15   | 12.50  | 0.30   | 0.53   | 1.61   | 0.25   | 0.89   | 9.44   | 1.48   |
| V6           | V3 | 0.84   | -6.94  | -0.86  | 1.08   | -10.42 | -1.68  | 0.11   | -16.67 | -0.96  | 0.45   | -12.90 | -1.68  | 0.72   | -11.73 | -1.85  |
| V6           | V4 | 0.86   | -4.17  | -0.53  | 1.30   | 8.33   | 1.44   | 0.11   | -15.63 | -0.82  | 0.48   | -8.06  | -1.16  | 0.84   | 2.55   | 0.39   |
| V6           | V5 | 0.91   | 1.39   | -0.15  | 1.33   | 10.94  | 1.77   | 0.11   | -17.50 | -0.96  | 0.52   | 0.40   | 0.06   | 0.91   | 10.97  | 1.75   |
| rata hibrida |    | 0.91   | 0.69   |        | 1.25   | 4.17   |        | 0.12   | -8.71  |        | 0.49   | -5.16  |        | 0.82   | 0.00   |        |
| rata V6      |    | 0.91   |        |        | 1.24   |        |        | 0.12   |        |        | 0.49   |        |        | 0.82   |        |        |

Keterangan : OP = bersari bebas; PR = perbedaan relatif

TKA = tebal kulit alur, TKP=tebal kulit punggung, TT = tebal tempurung, TEA = tebal eksokarp alur, TEP = tebal eksokarp punggung , v1 = MCC01, v2 = Sulawesi 1/S1, v3 = MCC02, v4 = THR, v5 = AFQ/MHP01, v6 = BB01

Berdasarkan perbedaan spesifik kombinasi hibrida pada karakteristik kulit buah, kombinasi V2V3 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif TKP yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya. Pada karakter TT, hibrida V1V3 merupakan kombinasi hibrida dengan perbedaan relatif TT yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya (V3, V4 dan V5). Sebaliknya kombinasi hibrida V1V5 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif lebar biji yang lebih rendah dibandingkan persilangan bersari bebas. Adapun pada karakter TEP, kombinasi persilangan V1V4 merupakan kombinasi dengan perbedaan relatif TEP yang lebih baik dibandingkan persilangan bersari bebasnya.

### 4.1.3 Analisis Korelasi Pearson terhadap Seluruh Karakter Buah Hasil Persilangan Kakao

Hubungan komponen tiap karakter buah terhadap seluruh Karakter Buah Hasil Persilangan Kakao dapat ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Korelasi Pearson pada hasil persilangan klon kakao

|     | PK           | JBh          | BBB            | PBh           | DBh           | PBj            | LBj            | TBj          | TKA           | TKP           | TT           | TEA  | TEP  |
|-----|--------------|--------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--------------|---------------|---------------|--------------|------|------|
| PK  | 1.00         |              |                |               |               |                |                |              |               |               |              |      |      |
| JBh | 0.14         | 1.00         |                |               |               |                |                |              |               |               |              |      |      |
| BBB | <b>0.43*</b> | <b>0.44*</b> | 1.00           |               |               |                |                |              |               |               |              |      |      |
| PBh | -0.24        | 0.18         | -0.05          | 1.00          |               |                |                |              |               |               |              |      |      |
| DBh | 0.31         | 0.23         | <b>0.59**</b>  | -0.16         | 1.00          |                |                |              |               |               |              |      |      |
| PBj | 0.29         | 0.11         | <b>0.58**</b>  | <b>-0.46*</b> | <b>0.72**</b> | 1.00           |                |              |               |               |              |      |      |
| LBj | 0.09         | 0.25         | <b>0.50**</b>  | -0.25         | <b>0.66**</b> | <b>0.76**</b>  | 1.00           |              |               |               |              |      |      |
| TBj | 0.02         | 0.14         | -0.11          | <b>0.44*</b>  | -0.23         | <b>-0.38*</b>  | <b>-0.37*</b>  | 1.00         |               |               |              |      |      |
| TKA | -0.14        | 0.14         | <b>-0.49**</b> | <b>0.43*</b>  | -0.15         | <b>-0.47**</b> | <b>-0.50**</b> | <b>0.41*</b> | 1.00          |               |              |      |      |
| TKP | -0.08        | 0.13         | -0.32          | <b>0.50**</b> | 0.13          | -0.27          | -0.24          | <b>0.38*</b> | <b>0.86**</b> | 1.00          |              |      |      |
| TT  | 0.13         | 0.09         | 0.14           | 0.08          | 0.34          | 0.13           | -0.07          | 0.21         | <b>0.42*</b>  | <b>0.50**</b> | 1.00         |      |      |
| TEA | 0.15         | 0.00         | 0.01           | -0.34         | 0.30          | 0.10           | 0.17           | -0.33        | -0.02         | 0.01          | 0.03         | 1.00 |      |
| TEP | 0.34         | 0.05         | 0.34           | 0.02          | <b>0.66**</b> | <b>0.40*</b>   | <b>0.42*</b>   | 0.01         | -0.05         | <b>0.38*</b>  | <b>0.37*</b> | 0.31 | 1.00 |

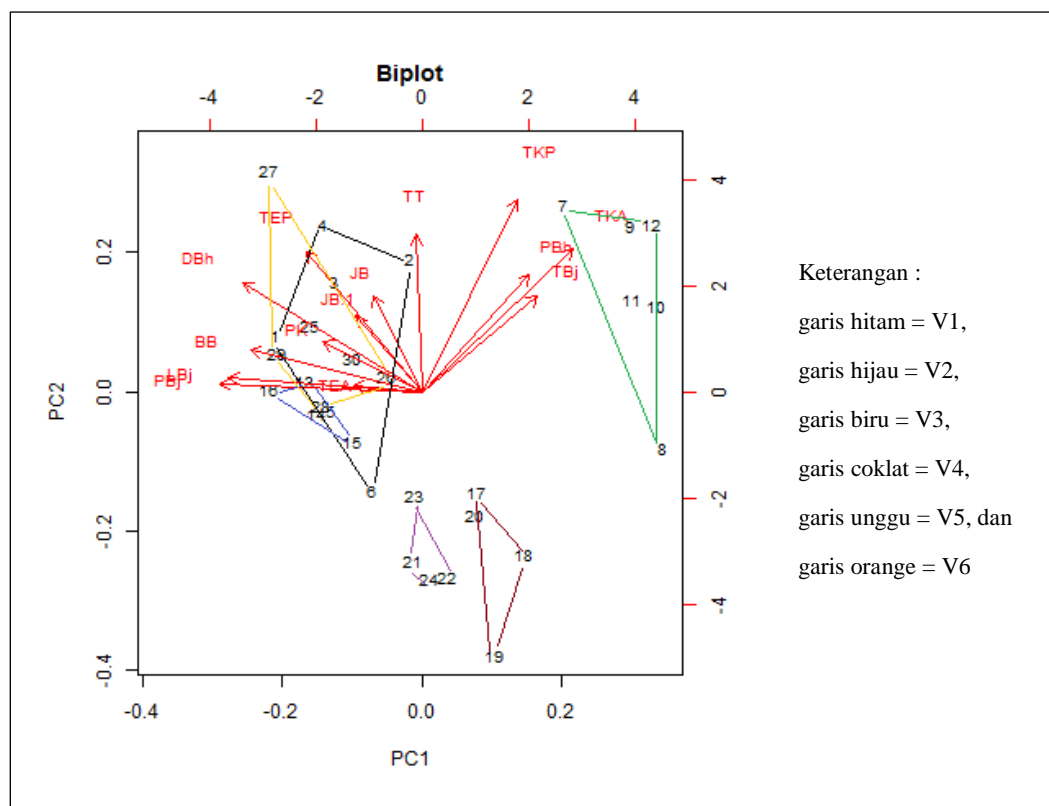
Keterangan : PK = persentase keberhasilan persilangan, JBh= jumlah buah, BB = bobot biji per buah, PBh = panjang buah, DBh = Diameter buah, PBj = panjang biji, LBj = lebar biji, TBj = tebal biji, TKA = tebal kulit alur, TKP=tebal kulit punggung, TT = tebal tempurung, TEA = tebal eksokarp alur, TEP = tebla eksokarp punggung

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa bobot biji per buah (BBB) memiliki korelasi positif yang signifikan terhadap persentase keberhasilan silangan (0.43), jumlah biji per buah (0.44), diameter buah (0.59), panjang biji (0.58), dan lebar biji (0.50) serta berkorelasi signifikan negatif terhadap TKA (-0.49). Karakter panjang buah juga berkorelasi signifikan positif terhadap tebal biji (0.44), TKA (0.43), dan TKP (0.50) serta berkorelasi negatif signifikan terhadap panjang biji (-0.46). Karakter diameter buah juga berkorelasi signifikan positif terhadap diameter buah (0.72), lebar biji (0.66) dan TKA (TEP (0.66). Karakter panjang biji juga memiliki korelasi signifikan positif terhadap lebar biji (0.7) dan TEP (0.40) serta berkorelasi negatif terhadap tebal biji (-0.38), dan TKA (-0.47).

Karakter lebar biji juga memiliki korelasi signifikan positif terhadap TEP (0.42) serta berkorelasi signifikan negatif terhadap tebal biji (-0.37) dan TKA (-0.50). Karakter tebal biji juga memiliki korelasi signifikan positif terhadap TKA (0.41) dan TKP(0.38). karakter TKA berkorelasi signifikan positif terhadap TKP (0.86) dan TT(0.42). karakter TKP berkorelasi signifikan positif terhadap TT (0.50) dan TEP (0.38). adapun karakter terakhir yang saling berkorelasi signifikan positif ialah antara TT dan TEP dengan nilai 0.37.

#### 4.1.4 Pemetaan keragaman awal dari buah hasil persilangan dan bersari bebas terhadap enam klon kakao

Analisis Biplot PCA dan pemetaan keragaman berdasarkan tetua betina hasil persilangan antar enam klon kakao ditunjukkan pada Gambar 30.



Gambar 30 Analisis Biplot PCA dan pemetaan keragaman berdasarkan tetua betina hasil persilangan antar enam klon kakao

Hasil analisis komponen utama divisualisasi dengan analisis biplot terhadap dua *principal component* (PC) terbesar dengan keragaman total 51%. Hasil pemetaan dari sudut terluar galur menunjukkan bahwa tetua betina V1, V3, dan V6 memiliki irisan keragaman. Adapun klon V2, V4 dan V5 memiliki pemetaan yang independen, khususnya klon V2 yang memiliki kuadran berbeda terhadap V2 dan V4. Berdasarkan luas pemetaan ragam, persilangan dengan V1, V2 dan V6 sebagai induk betina memiliki luas ragam yang luas, sedangkan klon V3, V4, V5, memiliki pemetaan yang lebih sempit.

## **4.2 Pembahasan**

### **4.2.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian di CDC PT. Mars terletak di Desa Tarengge, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur dengan posisi geografis berada di posisi 2° 33' 22,2" LS dan 120° 48' 01,4" BT. Desa ini berada pada ketinggian tempat 30 meter dari permukaan laut dengan suhu rata-rata 30–32°C dan jenis tanah alluvial dengan pH berkisar 6–7. Kecamatan Wotu terletak di ujung Selatan Kabupaten Luwu Timur yang berbatasan langsung dengan:

Sebelah Utara : Kecamatan Tomoni dan Kecamatan Tomoni Timur

Sebelah Timur : Kecamatan Angkona

Sebelah Selatan : Teluk Bone

Sebelah Barat : Kecamatan Burau

Lokasi penelitian dikelola perkebunan kakao melalui pengembangan klon-klon baru, penerapan teknik sambung dan sambung pucuk untuk menjamin keberlanjutan produksi. Luas lahan perkebunan yang di kelola pada lokasi penelitian seluas 1 ha dengan produksi rata-rata pertahun mencapai 2 ton. Kondisi vegetasi sekitar lahan penelitian dikelilingi tanaman kakao. Kegiatan *hand polination* karyawan PT. Mars berkisar 300 bunga perhari bagi karyawan profesional dan bagi karyawan pemula bunga yang dapat disilangkan berkisar 100-200 bunga perhari. Berdasarkan hasil wawancara karyawan juga diketahui bahwa polinator umum pada area kebun ialah polinator jenis *Forcipomya spp.* Hal ini juga dinyatakan oleh Ollerton et al. (2011). Berdasarkan kondisi umum tersebut, lingkungan penelitian ini sangat sesuai untuk dilakukan.

#### **4.2.2 Kompatibilitas persilangan antar enam klon kakao**

Ketidakberhasilan persilangan antar klon v3, v4 dan v5 mungkin disebabkan kedekatan jarak genetik antar ketiganya. Hal ini juga ditemukan pada persilangan sendiri dari ke enam klon kakao tersebut yang menunjukkan ketidakberhasilan pembentukan buah. Secara umum, tanaman menyerbuk silang memiliki beberapa kendala dalam proses persilangan sendiri seperti self incompatibility dan inbreeding depression (Acquaah 2007). Hal ini juga dinyatakan oleh Schawe et al. (2013) dan N'Zi et al., (2017) bahwa sebagian besar kakao memiliki sifat self incompatibility. Self incompatibility merupakan kondisi ketidakberhasilan fertilisasi yang disebabkan persamaan gen pada polen dan ovul (Syukur et al. 2015). Hal ini menyebabkan tabung polen tidak dapat berkecambah atau tabung polen berkecambah, namun tidak dapat mencapai ovul, sehingga

fertilasi ganda tidak terjadi dan menyebabkan buah tidak terbentuk (Acquaah 2007). Selain itu, pada tanaman kakao, ketidakberhasilan persilangan juga didukung dari persentase keberhasilan pembentukan buah yang rendah (Lopes et al. 2011; N'Zi et al., 2017). Oleh sebab itu, ketiga klon tersebut tidak cocok untuk saling disilangkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum persentase keberhasilan persilangan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan hasil persilangan bersari bebas. Hal ini mungkin disebabkan oleh polinator penyerbuknya. Manusia sebagai polinator artifisial melakukan persilangan spesifik terhadap satu genotipe tertentu sebagai tetua jantan, sedangkan lebah atau serangga polinator menginfetasi beberapa macam polen pada bagian tubuhnya, baik pada kaki atau bagian tubuh lainnya (Kearns dan Inouye 1997). Menurut Posnette (1950) dalam Glendinning (1971) dan Zakarriya et al (2019), deposit polen pada polinator *Forcipomya* terdapat pada sela bulu bagian punggungnya yang nantinya akan mengelus stigma kakao. Selain itu, polinator relatif mengetahui ritme dari reseptif stigma yang dikunjunginya berdasarkan kecocokan nektar atau makanan yang dibutuhkannya (Wester dan Lunau 2017; Palmer et al. 2019). Hal ini menyebabkan incompatibility susah terjadi pada bunga yang diserbuki oleh serangga polinator, sehingga keberhasilan pembentukan buah oleh serangga polinator lebih tinggi dibandingkan dengan persilangan artifisial manusia. Walaupun demikian, pada penelitian ini terdapat beberapa klon yang dinilai baik untuk dijadikan sebagai tetua persilangan. Oleh sebab itu, ketiga klon dapat direkomendasikan sebagai tetua persilangan.

Identifikasi pengaruh persilangan hibrida terhadap persilangan bersari bebas dilakukan terhadap beberapa beberapa karakter komponen buah hasil persilangan. Hal ini menjadi salah satu indikator untuk mengetahui kecocokan atau kompatibilitas persilangan antar klon pada tahap awal. Identifikasi ini menggunakan konsep heterosis hibrida pada umumnya yang menggunakan tetua sebagai pembanding (Acquaah, 2007). Namun pada penelitian ini, pembanding yang digunakan ialah buah persilangan bersari bebas yang merupakan persilangan alami pada tanaman kakao (N'Zi et al., 2017).

Karakter komponen buah hasil persilangan terdiri dari tiga kelompok yaitu karakteristik buah, karakteristik biji, dan karakteristik kulit buah. Karakteristik buah merupakan karakter utama yang menentukan produktivitas tanaman kakao (Nasaruddin, 2007), sehingga identifikasi perbedaan respon jenis persilangan pada karakter ini menjadi penting. Berdasarkan seluruh hasil analisis pada kelompok karakter buah dapat disimpulkan bahwa setiap klon relatif memiliki karakter buah yang berbeda. Selain itu, pengaruh jenis persilangan juga menunjukkan pola beragam antar karakter. Walaupun perbedaan tersebut didominasi dengan hasil yang tidak nyata secara statistik.

Karakteristik biji merupakan karakter yang sangat berkaitan dengan bobot biji kakao sebagai mutu fisik pada kakao (Wahyudi dkk 2008 dalam Basri 2009), sehingga identifikasi respon jenis persilangan menjadi penting untuk diamati. Berdasarkan hasil analisis karakteristik biji, persilangan bersari bebas klon V1 dan V3 menghasilkan karakteristik biji yang baik dibandingkan klon lainnya. Selain itu, kelompok karakteristik biji dapat disimpulkan memiliki keragaman respon

yang sangat nyata antar enam klon kakao. Jenis persilangan juga menunjukkan pola beragam antar karakter dan bersifat lebih dinamis berdasarkan persilangan hibridanya secara spesifik. Walaupun perbedaan tersebut juga banyak didominasi dengan hasil yang tidak nyata secara statistik.

Karakteristik kulit buah merupakan karakter yang kurang berpengaruh langsung terhadap komponen produksi. Karakter ini menjadi limbah dari buah kakao dalam pasca panennya (Purnamawati dan Utami 2014). Namun identifikasi pengaruh respon jenis persilangan terhadap karakter ini menjadi indikator yang menarik untuk diidentifikasi. Berdasarkan hasil analisis, karakteristik ini dinilai kurang mencirikan sifat keragaman pada buah hasil persilangan. Sedikitnya karakter yang berbeda nyata, baik antar buah bersari bebas maupun perbandingan spesifik antara persilangan hibrida dengan bersari bebasnya. Oleh sebab itu, karakteristik ini kurang direkomendasi sebagai karakter penciri hasil kompatibilitas buah persilangan.

Hasil seluruh analisis pada seluruh karakter menunjukkan bahwa secara alami buah kakao hasil persilangan bebas memiliki perbedaan karakteristik buah, biji dan kulit buah. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan klon sebagai tetua persilangan dinilai cukup tepat, sehingga hasil persilangan diharapkan dapat menggambarkan keragaman yang cukup luas antar hibridanya. Hal ini juga sesuai dengan syarat dari pemuliaan yaitu terdapatnya populasi yang memiliki keragaman luas untuk proses seleksi dan evaluasi dalam merakit suatu varietas (Acquaah 2007). Menurut Syukur et al. (2015) salah satu cara dalam membentuk keragaman yang luas ialah melakukan persilangan genotipe dengan jarak genetik



atau kekerabatan yang jauh. Oleh sebab itu, persilangan antar klon yang ada di kebun tersebut dapat direkomendasikan.

#### **4.2.3 Hubungan komponen tiap karakter buah terhadap Seluruh Karakter Buah Hasil Persilangan Kakao**

Analisis korelasi merupakan analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi keterkaitan hubungan antar variabel (Anshori et al. 2018). Hal ini menjadi salah satu indikator dalam menentukan karakter penting dalam evaluasi awal hasil persilangan. Berdasarkan hasil analisis korelasi menunjukkan beberapa karakter pada kelompok buah, biji dan ketebalan buah saling berkorelasi. Hal ini dapat menjadi landasan dalam pemilihan karakter seleksi atau karakter penting untuk evaluasi buah hasil persilangan antar klon. Berdasarkan hasil tersebut, karakter bobot biji per buah merupakan karakter yang dinilai cukup penting dan berkorelasi positif antar karakter buah dan karakter biji, khususnya persentase keberhasilan silangan, jumlah biji dan lebar biji sebagai karakter penciri heterosis. Selain itu, karakter lebar biji juga memiliki korelasi positif yang baik TEP sebagai salah satu kelompok karakter kulit buah. Oleh sebab itu, karakter bobot biji per buah dan lebar biji dinilai sesuai dalam identifikasi kompatibilitas dari buah hasil persilangan klon kakao.

#### **4.2.4 Pemetaan Keragaman Awal Dari Buah Hasil Persilangan Dan Bersari Bebas Terhadap Enam Klon Kakao**

Penggunaan analisis biplot merupakan salah satu analisis multivariat yang bertujuan untuk melihat keragaman seluruh objek terhadap seluruh variabel dalam satu bidang yang sama (Mattjik dan Sumertajaya 2011). analisis ini membutuhkan sumber ragam dalam pemetaannya. Salah satunya ialah analisis komponen utama

atau *principal componen analysis*. Analisis ini mampu mereduksi dimensi variabel yang besar menjadi lebih sederhana (Ilin dan Raiko 2010). Selain itu, penggunaan analisis komponen utama juga telah banyak digunakan oleh beberapa peneliti dalam melakukan pemetaan sifat dan pengelompokan genotipe (Evgenidis et al. 2011). Menurut Mattjik dan Sumertajaya (2011) ragam yang baik dalam yang mencerminkan sifat data awal ialah minimal 80%. Namun, pada penelitian ini keragaman total dari analisis biplot hanya mencapai 51%. Walaupun demikian, hal ini dinilai cukup baik karena dapat menggambarkan sebagian data dari total data awal. Berdasarkan hasil analisis biplot, klon V1, V2, dan V6 sangat sesuai digunakan sebagai tetua betina. Hal ini didasarkan bahwa semakin jauh titik antar dua objek menandakan kedua objek memiliki perbedaan yang jauh terhadap total keragaman seluruh karakter pada dua sumber ragam (Jolliffe 2002), sehingga semakin luas bidang pemetaan dari suatu induk betina mencerminkan bahwa induk betina tersebut dapat membentuk populasi dengan keragaman yang luas. Selain itu, keragaman yang luas dalam pemetaan juga didukung dengan keberhasilan dan kompatibilitas persilangan dialel yang terdapat pada Tabel 1. Oleh sebab itu, ketiga klon direkomendasikan sebagai tetua betina terbaik. Namun, peningkatan akurasi dari penelitian ini harus dilanjutkan ketahap uji generasi hasil dari persilangan tersebut.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Kompatibilitas dari hasil persilangan mempengaruhi heterosis pada karakter komponen buah persilangan, khususnya pada lebar biji.
2. Karakter lebar biji bersama bobot biji per buah dapat dijadikan sebagai indikator awal dalam evaluasi keberhasilan dan kompatibilitas persilangan klon kakao.
3. Klon kakao MCC01 (V1), Sulawesi 1/S1 (V2), dan BB01 (V6) merupakan induk betina terbaik yang dapat direkomendasikan dalam persilangan kakao pengaruh terbaik terhadap luas daun, berat biji dan jumlah buah panen.

#### **5.2. Saran**

1. Perlu dilakukan uji keturunan terhadap biji kakao hasil persilangan untuk menduga efektifitas karakter seleksi awal pada buah hasil silangan kakao
2. Perlu dilakukan penelitian mutu biji kakao hasil dari persilangan ketika telah dilakukan evaluasi hasil persilangan.
3. Perlu sosialisasi penanaman kakao dengan metode kombinasi beberapa klon dalam suatu lahan perkebunan agar dapat menghindari sifat monoklonal yang dapat menurunkan produktifitas tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah G. 2007. *Principles of Plant Geneics and Breeding*. Oxford (UK): Blackwell Publishing
- Anshori MF, Purwoko BS, Dewi IS, Ardie SW, Suwarno WB, Safitri H (2018). *Determination of selection criteria for screening of rice genotypes for salinity tolerance*. SABRAO J. Breed. Genet. 50: 279-294.
- Asrul, L. (2013). *Agribisnis Kakao*. Jakarta: Media Bangsa.
- Basri, Z., 2009. *Kajian Metode Perbanyakkan Klonal pada Tanaman Kakao*. Media Litbang Sulawesi Tengah, 2(1): 7-14.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (2006). Road map komoditas kakao 2005—2025.
- Saputra, Y. (2016). *Teknik Budi Daya Kakao* . Jogjakarta: Trans Idea Publishing.
- [Evgenidis G](#), [Metaxia K](#), [E. Traka M](#). 2011. *Principal Component and Cluster Analysis as a Tool in the Assessment of Tomato Hybrids and Cultivars*. [International Journal of Agronomy](#) (1687-8159)
- Glendinning DR. 1971. *Natural Pollination of Cocoa*. [New Phytologist](#) (1972) 71(4):719 - 729
- Heddy, S. (1990). *Budidaya Tanaman Cokelat*. Malang: ANGKASA Bandung.
- Ilin A, Raiko T. 2010. *Practical approaches to principal component analysis in the presence of missing values*. J Mach Learn Res. 11: 1957-2000.
- JC N'Zi, J Kahia, L Diby, [C Kouamé](#) .2017. *Compatibility of ten elite cocoa (Theobroma cacao L.) clones* . Journal Horticultural Science
- Kearn C.A and Inoeye Davis.1997.*Pollinators, Flowering Plants, and Conservation Biology*. Journal bioscience 47(5):297-307
- Jolliffe IT. 2002. *Principal Component Analysis*, Second Edition. New York (US): Springer-Verlag New York, Inc.
- Lopes, U.V.; Monteiro, W.R.; Pires, J.L.; Clément, D.; Yamada, M.M.; Gramacho, K.P. . (2011) *Cacao breeding in Bahia, Brazil-strategies and results*. Breed. Appl. Biotechnol, 11, 73–81.

- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2011. *Sidik Peubah Ganda dengan Menggunakan SAS*. Bogor (ID): Statistika F-MIPA IPB.
- Nasaruddin, (2007). *Kakao, Budidaya dan Beberapa Aspek Fisiologisnya*. Departemen Budidaya Pertanian, Fkultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ollerton J, Winfree R, Tarrant S.2011. *How many flowering plants are pollinated by animals?* .Oikos 120:321-326.
- Posnette AF (1950) *The pollination of cacao in the Gold Coast*. *Journal Horticultural Science* 25: 155-163
- Purnamawati H., Utami B., 2014, *Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao (Theobroma cocoa L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B*, Proeseding Seminar Nasional Fisika dan Penididkan Fisika, vol. 5, no.1, hal. 12x 18.
- Salam, Mohammad. 2014. *Perkembangan Bunga Kakao (Theobroma cacao L.) Tipe Forastero Berdasarkan Karakteristik Morfologi dan Anatomi*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur.
- Schawe CCD, Walter D, Teja T, Isabell H, Michael K .2013. *Gene flow and genetic diversity in cultivated and wild cacao ( Theobroma cacao ) in bolivia*. *American Journal of Botany* 100(11): 2271–2279.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman: Edisi Revisi*. Depok (ID): Penebar Swadaya.
- Wester P. , Lunau K.2017. *Plante Pollinator Communication*. *Advances in Botanical Research*, Volume 82 : 225-257
- Zakariyya F, Didik I, Teguh IS. 2019. *Distribusi Asimilat Dan Analisis Laju Pertumbuhan Bibit Sambung Pucuk Kakao Dengan Klon Batang Atas Berbeda Berdasarkan Tiga Interval Waktu Siram*. *Jurnal Agritrop* : [Vol 17, No 2 \(2019\)](#)

## **GAMBAR LAMPIRAN**



**Gambar lampiran 1. Lokasi Penelitian**



**Gambar lampiran 2. Kebun Penelitian**



**Gambar lampiran 3.** Perontokan buah kakao sebelum menyilangkan



**Gambar lampiran 4.** Kondisi pasca perontokan buah kakao



**Gambar lampiran 5.** Peralatan polinasi dalam penelitian



**Gambar lampiran 6.** Pengumpulan bunga jantan



**Gambar lampiran 7.** Pengemasan bunga jantan



**Gambar lampiran 8.** Proses polinasi





**Gambar lampiran 9.** Kondisi pohon pasca polinasi



**Gambar lampiran 10.** Kondisi bunga pasca polinasi pada umur 3 hari



**Gambar lampiran 11.** Kondisi bunga pasca polinasi pada umur 10 hari



**Gambar lampiran 12.** Persiapan panen pasca polinasi umur 6 bulan



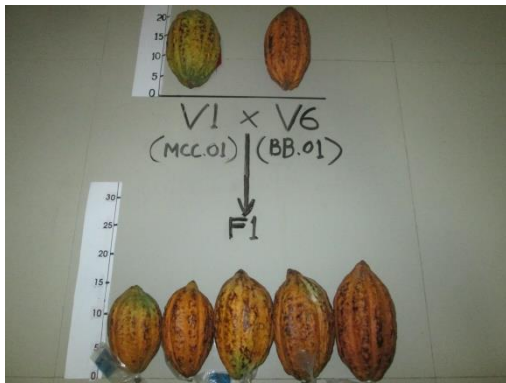
**Gambar lampiran 13.** Proses panen



**Gambar lampiran 14.** Pengemasan hasil panen



**Gambar lampiran 15.** Pengelompokan hasil panen berdasarkan klon



**Gambar lampiran 16.** Pengukuran panjang diameter buah



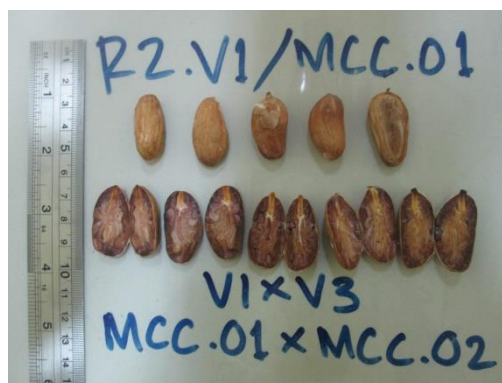
**Gambar lampiran 17.** Pengukuran kulit buah



**Gambar lampiran 18.** Pengukuran berat biji buah



**Gambar lampiran 19.** Pengukuran panjang dan diameter biji



**Gambar lampiran 20.** Biji hasil persilangan