

**POLA SEGREGASI PADA BEBERAPA KARAKTER
TANAMAN KENAF (*Hibiscus cannabinus* L.) GENERASI F₂
HASIL PERSILANGAN HC48 DAN SM004**

Oleh :

RISKA NUR OKTAVIYANTI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**POLA SEGREGASI PADA BEBERAPA KARAKTER
TANAMAN KENAF (*Hibiscus cannabinus* L.) GENERASI F₂ HASIL
PERSILANGAN HC48 DAN SM004**

Oleh :

**RISKA NUR OKTAVIYANTI
145040207111098**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2018

Riska Nur Oktavianti



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pola Segregasi pada Beberapa Karakter Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Generasi F₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004**

Nama Mahasiswa : Riska Nur Oktaviyanti

NIM : 145040207111098

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian



Disetujui
Pembimbing Utama,

Dr.Ir. Andy Soegianto, CESA
NIP.19560219 198203 1 002

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS
NIP. 196010121986012001



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Ir. Arifin Noor Sugiharto , M.Sc.,Ph.D
NIP. 196204171987011002

Dr.Ir. Andy Soegianto, CESA.
NIP. 195602191982031002

Penguji III

Dr. Noer Rahmi Ardiarini , SP.,M.Si.
NIP. 197011181997022001

Tanggal Lulus:

RINGKASAN

Riska Nur Oktaviyanti. 145040207111098. Pola Segregasi Pada Beberapa Karakter Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Generasi F₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Andy Soegianto, CESA sebagai pembimbing utama.

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) merupakan tanaman semusim penghasil serat dari batang yang potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan secara optimal. Serat dari tanaman kenaf ini dapat dimanfaatkan menjadi pulp, kertas, komposit *polypropilene*, material absorbent untuk industri, karung goni dan juga papan fiber. Produksi kenaf dunia diperkirakan akan turun 1,6 persen per tahun dari rata-rata 2,6 juta ton selama tahun 1998-2000 menjadi 2,3 juta ton pada tahun 2010 (FAO, 2010). Rendahnya produksi kenaf dipengaruhi oleh terbatasnya ketersediaan benih atau varietas unggul dan mutu benih rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi kenaf dapat ditempuh dengan menggunakan varietas unggul yaitu dengan persilangan. Adanya keragaman genetik yang luas memberikan kesempatan kepada pemulia untuk dapat melakukan seleksi. Pada tanaman menyerbuk sendiri tingkat segregasi yang tertinggi pada generasi F₂. Tingkat segregasi dan rekombinan yang luas pada generasi ini tergambarkan melalui sebaran frekuensi genotipnya. Hal tersebut dapat digunakan sebagai penduga pewarisan sifat dan jumlah gen yang terlibat dalam pengendali suatu sifat. Pola segregasi ini penting dilakukan untuk mengetahui penyebaran sifat kedua tetua dan merupakan salah satu tahap dalam pemuliaan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah gen dan pola segregasi serta menduga aksi gen yang mengatur karakter tanaman kenaf generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004. Hipotesis dari penelitian ini yaitu terdapat pola segregasi dan aksi gen yang berbeda pada tiap karakter tanaman kenaf generasi F₂ serta terdapat gen monogenik yang mengendalikan karakter kualitatif dan gen poligenik yang mengendalikan karakter kuantitatif pada tanaman kenaf generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2018 di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Jalan Raya Ngijo Karangploso, Kepuharjo, Karangploso, Malang, Jawa Timur. Daerah ini terletak pada ketinggian 525 meter di atas permukaan laut. Suhu udara di daerah tersebut 23°C-29°C dengan tingkat curah hujan rata-rata sekitar 1800 mm per tahun. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cangkul, meteran, tugal, gembor, kertas label, alat tulis, jangka sorong, dan kamera. Bahan tanam yang digunakan yaitu 500 tanaman populasi F₂ hasil persilangan varietas HC48 dan SM004 serta kedua tetua masing-masing berjumlah 100 tanaman. HC48 merupakan tetua betina sedangkan SM004 tetua jantan. Bahan penelitian yang digunakan antara lain pupuk kandang, pupuk urea, pupuk SP36, pupuk KCl, pestisida berbahan aktif karbofuran dan mankozeb. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode *single plant*, yaitu dengan menanam semua generasi F₂ hasil kombinasi persilangan dalam satu populasi di lingkungan pertanaman yang sama tanpa ulangan. Dalam penelitian ini, bibit kenaf generasi F₂ ditanam dalam satu petak lahan percobaan berukuran 6 x 8 m. Pengamatan dilakukan secara langsung melalui pengambilan data kualitatif dan kuantitatif dari penampilan fenotip 500



populasi F_2 beserta kedua tetua masing-masing 50 tanaman sampel yang ditentukan secara acak. Adapun variabel pengamatan kualitatif yang diamati antara lain warna batang, warna bunga, warna tangkai daun, warna tepi daun, bentuk daun, percabangan dan permukaan batang. Sedangkan variabel pengamatan karakter kuantitatif antara lain tinggi tanaman (cm), diameter batang (cm), diameter core (cm), tebal kulit (cm), dan berat kering serat (g). Analisis data untuk karakter kualitatif yaitu uji chi square, sedangkan untuk karakter kuantitatif menggunakan uji normalitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola segregasi generasi F_2 mengikuti nisbah 9:6:1 pada karakter warna batang yang dikendalikan oleh dua pasang gen bersifat dominan sempurna. Karakter warna bunga juga dikendalikan oleh dua pasang gen yang bersifat epistasis dominan dengan nisbah 12:3:1. Karakter warna tangkai daun dan bentuk daun dikendalikan oleh satu gen dengan aksi gen dominan tunggal yang mengikuti pola segregasi 3:1. Karakter warna tepi daun, percabangan dan permukaan batang dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda dengan nisbah 9:7. Karakter tinggi tanaman, tebal kulit dan berat kering serat dikendalikan oleh aksi gen aditif dan epistasis duplikat, sedangkan karakter diameter batang dan diameter core dikendalikan oleh gen aditif epistasis yang bersifat komplementer. Semua karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen atau poligenik.



SUMMARY

Riska Nur Oktaviyanti. 145040207111098. Segregation Pattern of Several Characters in Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) F₂ Generation Crosses HC48 and SM004. Supervised by Dr. Ir. Andy Soegianto, CESA.

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) is an annual spring fiber crop that are potential to developed and utilized optimally. Kenaf stem fiber are an excellent source for pulp, paper, polypropiline composites, industrial absorbent material, burlap and also the fiber board. Kenaf production is expected to decline by 1.6 percent per annum from an average of 2.6 million tonnes during the years 1998-2000 to 2.3 million tonnes in 2010 (FAO, 2010). Factors that affect kenaf fiber yield include seed quality and varieties. Characteristic improvement through breeding program can be done by crossbreeding. The existence of wide genetic variability provides an opportunity for breeders to be able to do the selection. In self-pollinated plants the highest level of segregation in generation F₂. The wide segregation and recombinant rates of this generation are illustrated by the distribution of their genotype frequencies. The purpose of this research is to know the number of genes, segregation ratio and gene action of several characters in kenaf F₂ generation crosses HC48 and SM004. The hypothesis of this research is that there are different patterns of segregation and gene action in each character of the F₂ generation kenaf plants and there are monogenic genes that control the qualitative character and polygenic genes that control the quantitative character of the F₂ generation crosses HC48 and SM004.

The research was carried out in April to August 2018 at the Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS) Jl. Raya Ngijo Karangploso No. 25, Kepuharjo, Karangploso, Malang, East Java. This research area is geographically situated at an altitude of 525 mdpl daily temperature ranges from 22,7°C – 33,1°C. Tools used in this research are hoe, meter, tugal, paper labels, analytic scales, scissors, stationery, and cameras. The planting material used are 500 plants of F₂ population resulted from crossing of HC48 and SM004 and the two parents each amounted to 100 plants. HC48 as female parent and SM004 as male parent. Research materials used include manure, NPK fertilizer, KCl fertilizer, pesticides-active karbofuran and mankozeb. The research was conducted using a single plant method and planted in a single plot of 6 x 8 m. Observations were made directly through qualitative and quantitative data retrieval of the phenotypic appearance of 500 F₂ populations along with two parents of 50 plant sample is determined randomly. The qualitative observation variables include stem color, flower color, leaf petiole color, leaf edge color, leaf shape, branching and stem surface. The quantitative observation variables include plant height (cm), stem diameter (cm), core diameter (cm), skin thickness (cm), and dry weight of fiber (g). Data analysis for qualitative characters is chi square test, while for quantitative characters using normality test.

The results showed that the pattern of the F₂ generation follow the segregation ratio 9:6:1 on the character stem color which is controlled by two pairs of genes are dominant. The characters of the flower color is also controlled by two pairs of genes are dominant epistasis with the ratio of 12:3:1. The character of leaves color and leaf petiole color are controlled by a single gene with



a single dominant gene action follows the pattern 3:1 segregation. The leaf edge color, branching and stem surface character is controlled by two genes with double recessive epistasis genes action with a ratio of 9:7. The character of plant height, skin thickness and dry weight of fibers were controlled by duplicate epistasis additive gene action while the character of the stem diameter and core diameter were controlled by complementary epistasis gene action.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pola Segregasi Pada Beberapa Karakter Tanaman Kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L.) Generasi F₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004”.

Selama kegiatan penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, sehingga penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materil
2. Bapak Dr. Ir. *Andy Soegianto, CESA* selaku Pembimbing utama yang telah memberikan saran dan sumbangan pemikiran kepada penulis
3. Bapak Dr. Drs. *Mardjani, MP.* selaku pembimbing lapang yang telah memberikan saran dan sumbangan pemikiran kepada penulis
4. Balai Penelitian Tanaman Serat dan Pemanis (Balittas) selaku instansi tempat dilakukannya penelitian
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Walaupun disadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, tetapi diharapkan dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Oktober 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Sragen pada tanggal 25 Oktober 1995 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara oleh pasangan Bapak Sunaryo dan Ibu Winarni. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri Tangkil 1 mulai tahun 2002 hingga 2008, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 2 Sragen pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun 2011 hingga tahun 2014 penulis melanjutkan studi ke SMA Negeri 1 Sragen. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SPMK.

Selama menempuh studi di Universitas Brawijaya penulis aktif dalam kegiatan akademik dan nonakademik. Penulis aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan diantaranya menjadi Staff Ahli Sekretaris Kabinet BEM FP UB 2015, Staf Magang Humas Himpunan Mahasiswa Budidaya Pertanian (HIMADATA) 2016 dan Sekretaris Organisasi HIMADATA pada tahun 2017. Penulis juga pernah menjadi panitia di beberapa kegiatan diantaranya Seminar Nasional Cita Bangsa tahun 2015 sebagai sekretaris pelaksana, Bina Desa Nasional IBEMPI 2016 sebagai sekretaris pelaksana, PRISMA 6 (Pekan Riset dan Ilmiah Mahasiswa) tahun 2016 sebagai bendahara pelaksana, dan PRIMORDIA (Program Orientasi dan Pengembangan Keprofesian Mahasiswa Budidaya Pertanian) tahun 2017 sebagai sekretaris pelaksana. Selain itu penulis juga pernah menjadi finalis LKTI ICON FE UNY 2015 dan lolos pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha pada tahun 2017.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Kenaf	4
2.2 Hukum Segregasi dalam Pewarisan Sifat	6
2.3 Interaksi Gen dan Peranan Gen	9
3. BAHAN DAN METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.5 Variabel Pengamatan	15
3.6 Analisis Data	17
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Karakter Kualitatif	20
4.1.2 Karakter Kuantitatif	27
4.2 Pembahasan	31
4.2.1 Karakter Kualitatif	31
4.2.2 Karakter Kuantitatif	34
5. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Distribusi Karakter yang Mengalami Segregasi	20
2.	Hasil Chi Square 3 Kelas untuk Warna Batang.....	21
3.	Hasil Chi Square 3 Kelas untuk Warna Bunga.....	22
4.	Hasil Chi Square 2 Kelas untuk Warna Tangkai Daun	23
5.	Hasil Chi Square 2 Kelas untuk Warna Tepi Daun	24
6.	Hasil Chi Square 2 Kelas untuk Bentuk Daun	24
7.	Hasil Chi Square 2 Kelas untuk Percabangan	25
8.	Hasil Chi Square 2 Kelas untuk Permukaan Batang	26
9.	Nilai Rata-rata Tetua HC48 (P ₁), SM004 (P ₂) dan Generasi F ₂	27
10.	Nilai Skewness, Aksi Gen dan Kurtosis Generasi F ₂	30



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Batang Tanaman Kenaf	4
2.	Tipe Daun Kenaf.....	5
3.	Bunga Tanaman Kenaf	5
4.	Percabangan pada Kenaf.....	16
5.	Bentuk Grafik Kurtosis	19
6.	Bentuk Grafik Skewness.....	19
7.	Keragaman warna batang kenaf generasi F ₂ hasil persilangan HC48 dan SM004	22
8.	Keragaman warna bunga kenaf generasi F ₂ hasil persilangan HC48 dan SM004	22
9.	Keragaman warna tangkai daun kenaf generasi F ₂ hasil persilangan HC48 dan SM004	23
10.	Keragaman warna tepi daun kenaf generasi F ₂ hasil persilangan HC48 dan SM004	24
11.	Keragaman bentuk daun kenaf generasi F ₂ hasil persilangan HC48 dan SM004	25
12.	Keragaman percabangan batang kenaf generasi F ₂ hasil persilangan HC48 dan SM004	26
13.	Keragaman permukaan batang kenaf generasi F ₂ hasil persilangan HC48 dan SM004	26
14.	Sebaran Frekuensi Tinggi Tanaman Generasi F ₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004	27
15.	Sebaran Frekuensi Diameter Batang Generasi F ₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004	28
16.	Sebaran Frekuensi Diameter Core Generasi F ₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004	28
17.	Sebaran Frekuensi Tebal Kulit Generasi F ₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004	29
18.	Sebaran Frekuensi Tebal Kulit Generasi F ₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004	29



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Deskripsi Varietas HC48	40
2.	Deskripsi Varietas SM004.....	41
3.	Perhitungan Pupuk.....	42
4.	Denah Penelitian	32
5.	Dokumentasi Hasil Penelitian	44
6.	Analisis Data.....	47



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) merupakan tanaman semusim penghasil serat dari batang yang potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan secara optimal. Serat dari tanaman kenaf ini dapat dimanfaatkan menjadi pulp, kertas, komposit *polypropilene*, material absorbent untuk industri, karung goni dan juga papan fiber. Hossain *et al.* (2011), penggunaan kenaf sebagai bahan baku pembuatan kertas dapat menghasilkan kertas yang cerah, berkualitas tinggi dan juga tidak mudah berubah warna menjadi kekuningan. Pemanfaatan tanaman kenaf sebagai bahan baku serat juga diharapkan dapat mengurangi penggunaan pulp yang berbahan dasar kayu hutan. Keuntungan lain dari penggunaan serat kenaf ialah sifatnya yang mudah terdegradasi dibanding serat sintesis sehingga lebih ramah lingkungan (Akilet *et al.*, 2011). Menurut Monti *et al.* (2013) kenaf memiliki kandungan *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) yang dapat mengobati berbagai penyakit seperti tekanan darah, kolesterol dan berbagai jenis kanker. Biji kenaf juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan yang mengandung asam palmitat, asam oleat dan asam linoleat (Alexopoulou *et al.*, 2015).

Produksi kenaf dunia diperkirakan akan turun 1,6 persen per tahun dari rata-rata 2,6 juta ton selama tahun 1998-2000 menjadi 2,3 juta ton pada tahun 2010 (FAO, 2010). Hal ini disebabkan karena tingkat kompetisi dengan komoditas lain dalam memperoleh lahan yang potensial atau subur dan tergeser oleh komoditas pangan. Selain itu, rendahnya produksi kenaf dipengaruhi oleh terbatasnya ketersediaan benih atau varietas unggul dan mutu benih rendah.

Untuk meningkatkan produksi kenaf perlu dilakukan perluasan areal tanam. Namun perluasan areal tanam ke arah lahan optimal sulit dilakukan karena terjadi alih fungsi lahan pertanian menjadi areal non pertanian. Oleh sebab itu, perluasan areal tanam diarahkan pada lahan-lahan suboptimal, di antaranya adalah lahan kering. Untuk mendukung keberhasilan perluasan areal tanam ini, penyediaan varietas kenaf toleran terhadap kekeringan harus dilakukan. Perakitan varietas unggul dapat dilakukan melalui pemuliaan tanaman. Barmawi (2007) menyatakan bahwa salah satu faktor keberhasilan usaha pemuliaan tanaman adalah keragaman genetik, adanya keragaman genetik dalam suatu populasi

menunjukkan terdapat variasi nilai genotipe antar individu dalam populasi tersebut. Sumber keragaman genetik dapat diperoleh melalui persilangan. Persilangan merupakan upaya memperbesar keragaman genetik dengan memadukan sifat tetua untuk mendapatkan varietas unggul (Multhoni *et al.*, 2012). Adanya keragaman genetik yang luas memberikan kesempatan kepada pemulia untuk dapat melakukan seleksi. Beberapa parameter genetik yang dapat digunakan sebagai pertimbangan supaya seleksi efektif misalnya besaran nilai keragaman genetik, heritabilitas, pola segregasi, jumlah gen dan aksi gen pengendali karakter yang menjadi perhatian (Barmawi, 2007).

Pada tanaman menyerbuk sendiri tingkat segregasi yang tertinggi terdapat pada generasi F_2 . Menurut Crowder (1997), tingkat segregasi dan rekombinan yang luas pada generasi F_2 tergambarkan melalui sebaran frekuensi genotipnya. Hal tersebut dapat digunakan sebagai penduga pewarisan sifat dan jumlah gen yang terlibat dalam pengendali suatu sifat. Penelitian tentang pola segregasi ini, dilakukan melalui beberapa pendekatan karakter kualitatif dan kuantitatif tanaman F_2 kenaf hasil persilangan HC48 dan SM004. Varietas HC48 memiliki sifat produksi tinggi tetapi tidak tahan kekeringan, sedangkan varietas SM004 toleran terhadap kekeringan tetapi produksi rendah. Pola segregasi ini penting dilakukan untuk mengetahui penyebaran sifat kedua tetua dan merupakan salah satu tahap dalam pemuliaan tanaman. Pada penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi tentang pola segregasi karakter tanaman kenaf, sehingga dapat diketahui pola pewarisan suatu karakter yang diperlukan dalam kegiatan perakitan kultivar baru.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah gen dan pola segregasi serta menduga aksi gen yang mengatur karakter kualitatif dan kuantitatif tanaman kenaf generasi F_2 hasil persilangan HC48 dan SM004.

1.3 Hipotesis

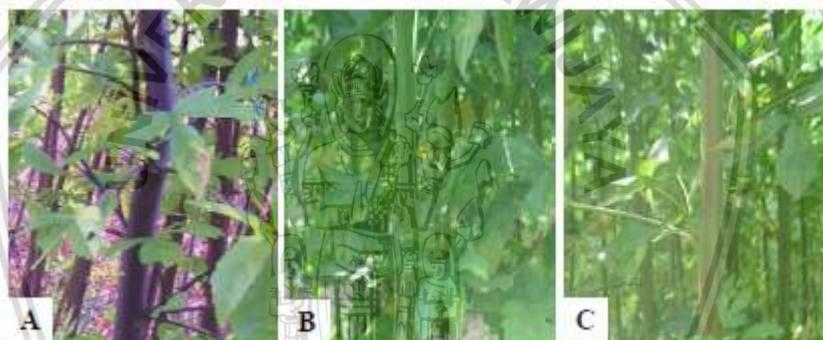
1. Terdapat pola segregasi dan aksi gen yang berbeda pada tiap karakter tanaman kenaf generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004.
- 2 Karakter tinggi tanaman, diameter batang, diameter core, tebal kulit, berat kering serat dikendalikan oleh gen poligenik.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kenaf

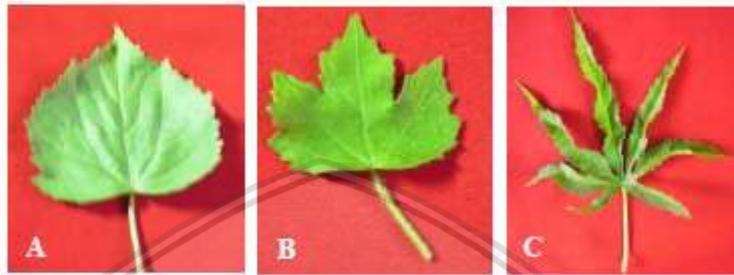
Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) merupakan tanaman herba semusim dengan tipe pertumbuhan semak berbentuk semak tegak. Tanaman ini termasuk dalam famili Malvaceae, dimana famili ini terdiri atas sejumlah besar tanaman penghasil serat (Monti, *et al.*, 2013). Ochse *et al.* (1961) menyatakan bahwa kenaf termasuk dalam genus *Hibiscus* yang terdiri atas beberapa spesies diantaranya okra (*Hibiscus esculentus* L), rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.), kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis* L). Klasifikasi tanaman kenaf menurut Benhill *et al.* (1960) sebagai berikut : Kingdom : Plant, Divisi : Spermatophyta, Subdivisi: Angiospermae, Kelas : Dicotyledoneae, Ordo : Malvales, Famili : Malvaceae, Genus : Hibiscus, Spesies : *Hibiscus cannabinus*.



Gambar 1. Batang Tanaman Kenaf (A) Batang berwarna merah, (B) Batang berwarna hijau, (C) Batang kombinasi warna merah dan hijau (Sumber : Purwati, 2016)

Kenaf memiliki batang berbentuk lurus, ramping, bulat dan berbatang halus atau berduri berdiameter 1-2 cm dengan tinggi mencapai 2-4 m (Ogunniyan, 2016). Menurut Stricker *et al.* (2006), daun kenaf terdiri atas tiga bentuk daun: tunggal (unlobed), semi menjari (partially lobed), dan menjari penuh (deeply lobed). Daun menjari ada yang berjari lima dan berjari tujuh. Selain itu, ada juga yang merupakan campuran daun tunggal dan menjari. Daun tunggal biasanya terletak pada bagian bawah, sedangkan yang menjari letaknya di bagian tengah dan atas. Bunga kenaf berbentuk lonceng yang terdiri dari lima kelopak berwarna kuning krem hingga ungu gelap dengan noda merah tua pada pangkalnya (Monti, *et al.*, 2013). Periode pembungaan kenaf tidak serempak. Mekarnya sangat singkat, biasanya terjadi sebelum matahari terbit dan akan menutup kembali pada siang

hari atau sore hari (Webber, 2002). Kenaf mempunyai tipe penyerbukan sendiri, tetapi sekitar 2-24% mengalami penyerbukan silang (Alexopoulouet *al.*, 2015). Buah berbentuk bulat, meruncing dan berbulu, benih kecil, berwarna abu-abu dan berbentuk seperti ginjal. Benih berbentuk triangular, dengan sudut yang lancip, berwarna abu-abu dengan titik kekuningan. Hilum berwarna coklat, dan secara umum berbentuk kecil (Monti, *et al.*, 2013).



Gambar 2. Tipe Daun Kenaf: (A) Daun tidak bertoreh, (B) Daun bertoreh sebagian (partially lobed), (C) Daun bertoreh penuh (deeply lobed) (Sumber : Purwati, 2016)



Gambar 3. Bunga Tanaman Kenaf (Sumber : Purwati, 2016)

Kenaf dapat tumbuh hampir pada semua tipe tanah, tetapi tipe tanah yang ideal untuk kenaf yaitu tanah lempung berpasir atau lempung liat berpasir dengan drainase yang baik (Charles *et al.*, 2002). Alexopoulouet *al.* (2015) menyatakan bahwa curah hujan yang dikehendaki selama pertumbuhan kenaf sebesar 750-1800 mm per tahun dengan suhu udara 15°C–25°C. Tanaman kenaf tergolong tanaman hari pendek (*short day plant*), dimana tanaman memerlukan panjang hari lebih pendek dari periode kritisnya untuk berbunga (Alexopoulouet *al.*, 2015). Kenaf tergolong tanaman hari pendek yang akan cepat berbunga bila ditanam pada hari pendek, yaitu bulan-bulan yang memiliki panjang hari kurang dari

12,5jam atau pembungaannya akan tertunda bila ditanam pada hari panjang (Gray *et al.*, 2006).

2.2 Hukum Segregasi dalam Pewarisan Sifat

Segregasi merupakan alel memisah satu dari yang lain selama pembentukan gamet dan diwariskan secara acak ke dalam gamet-gamet yang sama jumlahnya (Crowder, 1997). Sebagai dasar segregasi satu pasang alel terletak pada lokus yang sama dari kromosom homolog. Kromosom homolog ini memisah secara bebas pada anafase I dari meiosis dan tersebar ke dalam gamet-gamet yang berbeda. Anafase I dimulai ketika kromosom bergerak ke kutub yang berlawanan. Tiap kromosom dari tiap pasang kromosom homolog bergerak ke kutub yang berlawanan. Masing-masing kutub mendapat banyaknya kromosom separuhnya dan reduksi kromosom mulai terjadi pada tahap ini (Zhang *et al.*, 2013). Syukur *et al.* (2015), menjelaskan bahwa pengaturan kromosom homolog dan perpindahannya ke arah kutub oleh benang gelendong secara kebetulan dan merupakan dasar hukum pemisahan bebas (*independent assortment*) dan segregasi Mendel. Misalnya apabila alel dominan dan resesif pada satu pasang kromosom homolog diberi symbol A dan a, maka alel-alel ini akan memisah ke kutub yang berlawanan menjadi A atau a. Sementara gen lain dengan alel B dan b akan memisah menjadi B atau b, sehingga kombinasi dari keduanya akan terbentuk AB, Ab, aB atau ab.

Berdasarkan hukum segregasi Mendel suatu sifat sederhana pada populasi backcross atau testcross akan mempunyai rasio segregasi fenotipik 1:1, sedangkan pada populasi F_2 akan mempunyai rasio fenotipik 3:1 untuk alel-alel yang mempunyai pewarisan dominan (Baumbach *et al.*, 2012). Tanaman pada generasi F_2 akan mengalami segregasi sesuai dengan hukum Mendel. Roy (2000) menjelaskan bahwa aksi dan interaksi gen yang berbeda akan membuat pola segregasi berbeda. Tipe aksi gen dapat dibedakan menjadi dua yaitu interaksi antar alel pada lokus yang berbeda (interlokus) dan interaksi antar alel pada lokus yang sama (intralokus). Pola segregasi pada populasi F_2 menghasilkan nisbah fenotip yang berbeda sesuai dengan aksi yang terjadi.

Teori kemungkinan merupakan dasar untuk menentukan nisbah yang diharapkan dari tipe-tipe persilangan genotip yang berbeda. Penggunaan teori ini

memungkinkan untuk menduga kemungkinan diperolehnya suatu hasil tertentu dari persilangan tersebut. Metode *chi square* adalah cara yang dapat dipakai untuk membandingkan data percobaan yang diperoleh dari persilangan-persilangan dengan hasil yang diharapkan berdasarkan hipotesis secara teoritis.

Analisis genetik untuk karakter yang dikendalikan oleh gen mayor biasanya dilakukan dengan analisis genetika Mendel, yaitu membandingkan nisbah frekuensi fenotipik hasil pengamatan pada populasi F_2 terhadap nisbah Mendel, atau nisbah fenotipik tertentu dengan uji *chi square* (Crowder 1997). Untuk keperluan ini fenotip pada populasi F_2 dikelompokkan ke dalam kelas-kelas tertentu sesuai dengan jumlah kelas dalam nisbah pembandingan. Pendekatan ini menghasilkan dugaan jumlah dan aksi gen yang bersegregasi untuk karakter yang dipelajari.

Persilangan yang melibatkan satu pasangan alel (interaksi alel-alel pada lokus yang sama), berdasarkan hukum Mendel, dapat memberikan konsekuensi rasio fenotipik keturunan F_2 hasil hibridisasi sebagai berikut (Strickberger, 1972): (1) 3:1 (satu gen bersifat dominan sempurna atau satu gen dengan aksi gen alel ganda), (2) 1:2:1 (satu gen bersifat dominan sebagian), dan (3) 1:2 (satu gen dengan aksi gen lethal).

Persilangan yang melibatkan dua pasang alel yang memberikan pengaruh pada penampilan karakter yang sama (interalelik), berdasarkan hukum segregasi dan kombinasi secara bebas dari Mendel, akan memberikan konsekuensi rasio fenotipik keturunan F_2 hasil hibridisasi sebagai berikut (Strickberger 1972):

1. 9:3:3:1 (dua pasang gen bersifat dominan sempurna; fenotip baru dihasilkan dari interaksi di antara homozigot dominan maupun resesif)
2. 9:3:4 (dua pasang gen bersifat dominan sempurna, tetapi satu pasang gen bila berada dalam keadaan homozigot resesif akan memberikan pengaruh kepada pasangan yang lain).
3. 9:7 (dua pasang gen bersifat dominan sempurna, tetapi keduanya bila berada dalam keadaan homozigot resesif akan saling memberikan pengaruh).
4. 12:3:1 (dua pasang gen bersifat dominan sempurna, tetapi satu pasang gen bila berada dalam keadaan homozigot dominan akan memberikan pengaruh kepada pasangan yang lain).

5. 15:1 (dua pasang gen bersifat dominan sempurna, tetapi keduanya bila berada dalam keadaan homozigot resesif akan saling memberikan pengaruh).
6. 13:3 (dua pasang gen bersifat dominan sempurna, tetapi satu pasang gen bila berada dalam keadaan dominan akan memberikan pengaruh kepada pasangan gen ke-dua, dan pasangan gen ke-dua bila berada dalam keadaan homozigot resesif akan memberikan pengaruh kepada pasangan gen pertama).
7. 9:6:1 (dua pasang gen bersifat dominan sempurna; interaksi di antara pasangan dominan akan memunculkan fenotip baru).
8. 7:6:3 (dua pasang gen, dengan satu pasang gen bersifat dominan sempurna dan pasangan gen yang lain bersifat dominan sebagian; pasangan gen yang pertama jika berada dalam keadaan homozigos resesif akan memberikan pengaruh kepada pasangan gen ke-dua).
9. 6:3:3:4 (dua pasang gen, dengan satu pasang gen bersifat dominan sempurna dan pasangan gen yang lain bersifat dominan sebagian; masing-masing bila berada dalam keadaan homozigot resesif saling memberikan pengaruh, dan bila kedua pasangan gen hadir bersama dalam keadaan homozigos resesif, pasangan gen ke-dua akan memberikan pengaruh pada pasangan gen pertama).
10. 7:4:3:2 (dua pasang gen, dengan satu pasang gen bersifat dominan sempurna dan pasangan gen yang lain bersifat dominan sebagian; fenotip heterozigot gen dominan sebagian sama dengan homozigot resesif pada pasangan gen dominan sempurna, dan menimbulkan suatu pengaruh aditif bila keduanya muncul bersama).
11. 1:2:2:1:4:1:2:2:1 (dua pasang gen bersifat dominan sebagian dan menimbulkan pengaruh aditif untuk setiap bagian gen dominan).

Othman *et al.*, (2006) menjelaskan bahwa kemunculan warna ungu pada polong menunjukkan karakter warna ungu lebih dominan dan karakter warna pada polong dikendalikan oleh dua gen. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan perbandingan karakter warna ungu dan warna hijau adalah 9:7. Sehingga karakter warna ungu pada polong akan muncul apabila terdapat dua pasang gen dominan, sementara itu karakter warna ungu pada polong tidak akan muncul jika terdapat dua pasang gen resesif. Pengamatan tentang tetua tanaman dan populasi segregasi

perlu dilakukan untuk dapat mengetahui aksi gen karakter warna pada tanaman. Menurut Kuswanto (2004) epistasis adalah peristiwa dimana satu atau sepasang gen menutupi atau mengalahkan ekspresi gen lain yang bukan alelnya, sehingga gen tt dan rr disebut gen epistasis. Gen tt dan rr masing-masing mengalahkan ekspresi gen R , r dan T , t .

Menurut Oliveira (2016) nisbah 12:3:1 menunjukkan bahwa suatu karakter dikendalikan oleh dua pasang gen, dimana dua pasang gen dominan lengkap mengatur sifat yang sama tetapi satu alel dominan pada lokus dapat menghasilkan fenotip tertentu tidak tergantung gen pada lokus lain baik dominan atau resesif, jadi epistatik terhadap gen lain atau menutup efek gen lain. Oleh karena itu, hasil yang diharapkan dalam generasi F_2 adalah nisbah 12 krem ($9 A_B_ + 3 aaB_$) : 3 kuning (A_bb) : 1 ungu ($aabb$). Hasil penelitian Falusi (2008) tentang pola pewarisan sifat bentuk daun pada kenaf dikendalikan oleh satu gen dominan tunggal dengan nisbah mendel 3:1, sedangkan sifat warna bunga pada kenaf dikendalikan oleh dua pasang gen.

2.3 Interaksi Gen dan Peranan Gen

Keragaman genetik terdiri atas ragam genetik aditif, dominan, dan epistasis. Ragam genetik aditif adalah ragam genetik yang menyebabkan terjadinya kesamaan sifat diantara tetua dan turunannya. Fenotip pada aksi gen aditif disebabkan penjumlahan dari masing-masing alel tanpa interaksi dengan alel lain (interaksi alelik atau non alelik), sedangkan pada aksi gen epistasis, fenotip ditentukan oleh interaksi alel-alel dari lokus yang berbeda (Roy, 2000).

Nisbah segregasi yang dikendalikan oleh dua pasang gen dapat terdiri atas interaksi interlokus dominan, epistasis dominan, epistasis resesif, epistasis dominan resesif, gen resesif rangkap (epistasis resesif duplikat), gen dominan rangkap (epistasis dominan duplikat), gen-gen rangkap dengan pengaruh kumulatif (interaksi duplikat) dan interaksi kompleks (Fridman, 2014). Epistasis merupakan interaksi gen dimana sepasang gen dapat menutupi (mengalahkan) ekspresi gen lain yang bukan alelnya. Gen yang ditutupi disebut dengan gen hipostatis, sedangkan yang menutupi disebut dengan gen epistasis.

Carter *et al.*, (2005), berpendapat bahwa aksi gen aditif adalah asumsi paling penting dari model evolusi biologi. Aksi gen aditif berarti bahwa efek dari sebuah

alel atau lebih tepatnya dari substitusi alel akan sama terlepas dari latar belakang genetik di mana itu terjadi. Analisis pewarisan karakter kualitatif dan kuantitatif berperan penting dalam pemuliaan tanaman, untuk mengetahui jumlah gen yang mengendalikan karakter tersebut, aksi gen yang mengendalikan, dan informasi genetik lainnya (Arif *et al.*, 2011).

Menurut Bnejdi *et al.* (2011) aksi gen yang mengendalikan suatu karakter pada generasi awal sulit dipisahkan dari epistasis duplikat. Epistasis duplikat adalah interaksi epistasis antara gen aditif x aditif, interaksi antar lokus inidapat meningkatkan toleransi kedelai terhadap Al pada kondisi tercekam. Toleransi kedelai terhadap tanah masam dikendalikan oleh aksi gen aditif yang juga dipengaruhi aksi gen epistasis. Kuswantoro *et al.* (2011) menyatakan bahwa pewarisan sifat jumlah polong kedelai di tanah masam dikendalikan oleh aksi gen epistasis. Menurut Phillips (2008) aksi gen epistasis berperan penting dalam adaptasi tanaman terhadap cekaman abiotik seperti cekaman aluminium.

Penelitian Sihaloho *et al.* (2010) menjelaskan bahwa karakter berat basah tunas dan akar serta berat kering tunas dan akar pada tanaman kedelai mempunyai nilai heritabilitas arti luas tinggi. Hal ini berarti bahwa karakter-karakter yang diamati tersebut lebih banyak dikendalikan faktor genetik (aksi gen aditif epistasis) dibandingkan faktor lingkungan, dimana ragam genetik terekspresi pada penampilan fenotipik tanaman (Bnejdi dan Gazzah, 2010).

Interaksi antar alel (epistasis) yang lebih penting pada tanaman menyerbuk sendiri, seperti kedelai adalah interaksi aditif x aditif. Bentuk interaksi ini dapat terfiksasi pada generasi lanjut (Barona *et al.*, 2012). Hal ini berarti pada populasi F_2 aksi gen yang terjadi bersifat epistasis aditif x aditif yang masih belum terfiksasi tetapi diharapkan interaksi gen epistasis pada populasi F_2 ini dapat diwariskan ke generasi selanjutnya.

Karakter kualitatif dapat dikendalikan oleh satu gen yang mempunyai aksi dominan, over dominan atau kodominan, yang merupakan bentuk interaksi antar alel yang menyebabkan alel pasangannya dalam lokus yang sama tertekan ekspresinya. Alel yang terekspresi disebut alel dominan sedangkan alel yang tertekan ekspresinya disebut alel resesif. Jika dominansi bersifat penuh, maka ekspresi aksi gen dominan akan menyebabkan genotip dengan alel heterozigot

mempunyai fenotip yang sama dengan bentuk homozigot dominannya. Jika dominansi tidak bersifat penuh, maka genotipe heterozigot akan mempunyai fenotip yang berbeda di antara fenotipgenotip homozigot dominan dengan homozigot resesif. Aksi gen dominan dapat terjadi dalam bentuk overdominansi, dimana genotip heterozigot akan mempunyai fenotip yang melebihi genotip homozigot dominan.

Pada gen-gen yang mengikuti prinsip Mendel (disebut gen mayor) peranan ragam lingkungan relatif kecil dibandingkan peranan ragam gen-gen minor karena jumlah gen mayor umumnya tidak banyak dan peranan faktor lingkungan relatif kecil, maka ragam fenotip yang ditampilkan dalam populasi bersegregasi sebagian besar merupakan ragam genetik, bersifat diskontinu dan merupakan akibat adanya efek dominan (Ye *et al.*, 2017).

Karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen dimana pengaruh masing-masing gen terhadap penampilan karakter (fenotip) lebih kecil dan bersifat aditif (Bocianowski *et al.* 2016). Gen-gen tersebut secara bersama-sama mempunyai pengaruh yang lebih besar dari pengaruh lingkungan. Gen-gen demikian disebut gen minor. Aksi gen minor ditentukan oleh bentuk interaksi yang terjadi baik interaksi antar alel pada lokus yang sama. Ye *et al.* (2017), untuk karakter kuantitatif maka interaksi antar alel dapat terjadi dalam bentuk interaksi aditif dan dominan maupun interaksi antar alel pada lokus yang berbeda (epistasis).

Jumlah gen yang banyak menyebabkan keragaman fenotip dari karakter kuantitatif tidak dapat dikelaskan dengan jelas dan cenderung membentuk sebaran yang kontinyu. Roy (2000) telah menyatakan bahwa analisis skewness dan kurtosis dapat digunakan untuk menentukan terjadi tidaknya epistasis pada zuriat persilangan. Sedangkan kurtosis negatif (platikurtik) atau positif (leptokurtik) berturut-turut mengindikasikan banyak atau sedikitnya gen yang terlibat dalam mengendalikan suatu karakter. Kurtosis nyata dengan skewness nyata negatif atau positif berturut-turut mengindikasikan aksi gen epistasis duplikat atau epistasis komplementer. Kurtosis nyata tetapi skewness tidak nyata mengindikasikan aksi gen epistasis aditif. Bila kurtosis tidak nyata maka sebarannya disebut mesokurtik. Kurtosis tidak nyata dengan skewness tidak nyata atau nyata berturut-turut mengindikasikan keterlibatan aksi gen aditif atau dominan. Kurtosis tidak nyata

dengan skewness nyata negatif atau positif berturut-turut mengindikasikan adanya aksi gen dominan ke kanan atau ke kiri. Menurut Jayaramachandran et al. (2010), penyebaran karakter kuantitatif pada tanaman yang menjulur ke kiri (skewed left) atau ke kanan (skewed right) menunjukkan adanya pengaruh gen letal, epistasis, pautan gen, dan dominansi. Analisis skewness dan kurtosis berperan penting dalam menentukan ada atau tidaknya epistasis pada individu F_2 hasil persilangan (Jambormias, 2014). Selain itu, analisis skewness dan kurtosis juga akan memberikan informasi tentang sifat dasar aksi gen.

Hasil penelitian yang dihasilkan oleh Sihaloho (2015) menunjukkan bahwa karakter panjang akar memiliki nilai *skewness* < 0.5 dan bertanda negatif. Hal ini menunjukkan bahwa karakter panjang akar memiliki sebaran genotipe mendekati normal dan dikendalikan oleh aksi gen aditif dan epistasis duplikat. Menurut Bnejdi et al. (2011) aksi gen yang mengendalikan suatu karakter pada generasi awal sulit dipisahkan dari epistasis duplikat. Epistasis duplikat adalah interaksi epistasis antara gen aditif x aditif, interaksi antar lokus inidapat meningkatkan toleransi kedelai terhadap AI pada kondisi tercekam. Hasil penelitian oleh Wibowo (2016) menunjukkan bahwa kemenjuluran kurva (*skewness*) dengan nilai > 0 mengartikan karakter dikendalikan oleh aksi gen aditif, juga terdapat pengaruh epistatis duplikat didapat pada karakter jumlah daun, bobot kering akar, bobot biji pertanaman pada persilangan $A \times N$ dan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering akar, bobot biji per tanaman pada persilangan $G \times N$. Menurut Griffiths et al. (2005) aksi gen aditif merupakan kontribusi dari alel-alel yang menghasilkan fenotipe turunan sama dengan fenotipe tetuannya. Epitatis komplementer interaksi gen akan terjadi dimana fungsi suatu gen akan diperlukan oleh gen lain dalam metabolisme. Penelitian Wibowo (2016) juga menyatakan bahwa hasil pengamatan keruncingan kurva dengan nilai > 3 bentuk kurva leptokurtik dengan pengaruh karakter dikendalikan oleh sedikit gen didapat pada karakter bobot biji per tanaman pada persilangan $G \times N$. Karakter yang dipengaruhi sedikit gen menyebabkan karakter mempunyai kemungkinan yang lebih besar untuk diturunkan kepada anaknya.

2. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2018 di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas). Balittas terletak di Jalan Raya Ngijo Karangploso, Lowokwaru, Malang, Jawa Timur. Daerah ini terletak pada ketinggian 525 meter di atas permukaan laut. Suhu udara di daerah tersebut 23°C-29°C dengan tingkat curah hujan rata-rata sekitar 1800 mm per tahun.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cangkul, meteran, tugal, gembor, kertas label, alat tulis, jangka sorong, timbangan digital dan kamera. Bahan tanam yang digunakan yaitu 500 tanaman populasi F₂ hasil persilangan varietas HC48 dan SM004 serta kedua tetua masing-masing berjumlah 100 tanaman. HC48 merupakan tetua betina sedangkan SM004 tetua jantan. HC48 memiliki sifat produksi tinggi dan tidak tahan kekeringan sedangkan varietas SM004 memiliki sifat produksi rendah dan tahan terhadap kekeringan. Bahan penelitian yang digunakan antara lain pupuk kandang, pupuk urea, pupuk SP36, pupuk KCl, pestisida berbahan aktif karbofuran dan mankozeb.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode *single plant*, yaitu dengan menanam semua generasi F₂ beserta tetuany dalam satu populasi di lingkungan pertanaman yang sama tanpa ulangan. Dalam penelitian ini, bibit kenaf generasi F₂ dan tetuanya ditanam dalam satu petak lahan percobaan berukuran 6 x 8 m. Jarak tanam yang diterapkan adalah 20 x 30 cm. Pengamatan dilakukan secara langsung melalui pengambilan data kuantitatif dan kualitatif dari penampilan fenotip 500 populasi F₂ beserta kedua tetua masing-masing 50 tanaman sampel yang ditentukan secara acak. Denah penelitian dapat dilihat pada lampiran 5.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyemaian

Penyemaian dilakukan di dalam screenhouse untuk mencegah masuknya hama penyakit dari luar dan agar terlindungi dari hujan. Media semai yang digunakan ialah pasir. Benih dimasukkan ke bak yang telah diisi media dengan kedalaman kurang lebih 1 cm. Kemudian media yang telah berisi benih disiram secara perlahan dengan air bersih. Benih dibiarkan dalam screenhouse selama 10 hari. Sebelum semai benih dilakukan perlakuan skarifikasi. Skarifikasi ini bertujuan untuk mempercepat perkecambahan. Skarifikasi pada benih kenaf dilakukan secara mekanik dengan menggunakan pemotong kuku.

3.4.2 Persiapan Lahan

Pengolahan lahan dilakukan dengan pembajakan sebanyak dua kali, yaitu pembajakan yang pertama menggunakan cangkul untuk membalikkan tanah. Sedangkan pembajakan yang kedua dilakukan dengan selang waktu satu minggu dari pembajakan pertama untuk meratakan tanah dan dilakukan pemupukan. Pemupukan dasar dilakukan pada tahap pengolahan lahan dengan menambahkan pupuk kandang dan dilakukan pengemburan.

3.4.3 Penanaman

Umur bibit kenaf yang siap tanam yaitu 10 hss. Jarak tanam pada kenaf adalah 20x30 cm. Lubang tanam dibuat dengan cara ditugal dengan kedalaman 4-6 cm dan satu lubang tanam untuk satu bibit kenaf. Jumlah individu tanaman kenaf yang ditanam dalam satu plot sebanyak 700 tanaman.

3.4.4 Pemupukan

Pupuk yang digunakan adalah pupuk anorganik, yaitu urea, SP36, dan KCl dengan dosis rekomendasi sebesar 150 kg urea, 100 kg SP36, dan 100 kg KCl per hektar. Pemupukan dasar dilakukan saat persiapan lahan, pemupukan pertama pada usia tanaman 14 hst menggunakan pupuk urea dan SP36 dengan cara ditugal. Pupuk urea diaplikasikan kembali pada umur 42 hst. Pada umur 70 hst diaplikasikan pupuk KCl dengan cara ditugal.

3.4.5 Pengairan

Pada lahan penelitian dibuat saluran drainase sederhana agar air tidak menggenang. Untuk pengairan dilakukan secara mekanis dengan cara menyiram permukaan tanah dengan menggunakan gembor setiap hari.

3.4.6 Pemeliharaan Tanaman

Kegiatan pemeliharaan ini meliputi penyiangan gulma dan pengendalian hama penyakit. Penyiangan dilakukan menyesuaikan banyak atau tidaknya gulma sedangkan pengendalian hama dilakukan dengan melakukan penyemprotan dengan pestisida, baik fungisida maupun insektisida yang disesuaikan dengan kebutuhan. Hama dan penyakit yang sering muncul pada pertanaman kenaf adalah nematoda penyebab puru akar dan penyakit kecambah.

3.4.7 Panen

Tanaman kenaf dipanen pada saat umur 80 hst, dengan kondisi 50% tanaman kenaf telah berbunga pada umur tersebut. Ciri-ciri tanaman kenaf yang sudah layak panen adalah jika kuncup bunga ke sepuluh sudah mekar dan membentuk buah (kapsul) yang terletak pada bagian ujung batang tanaman. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman kenaf telah siap untuk dipanen. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong batang kenaf mulai dari bagian batang yang berada tepat di atas permukaan tanah agar tidak mengurangi rendemen serat yang dihasilkan.

3.4.8 Pascapanen

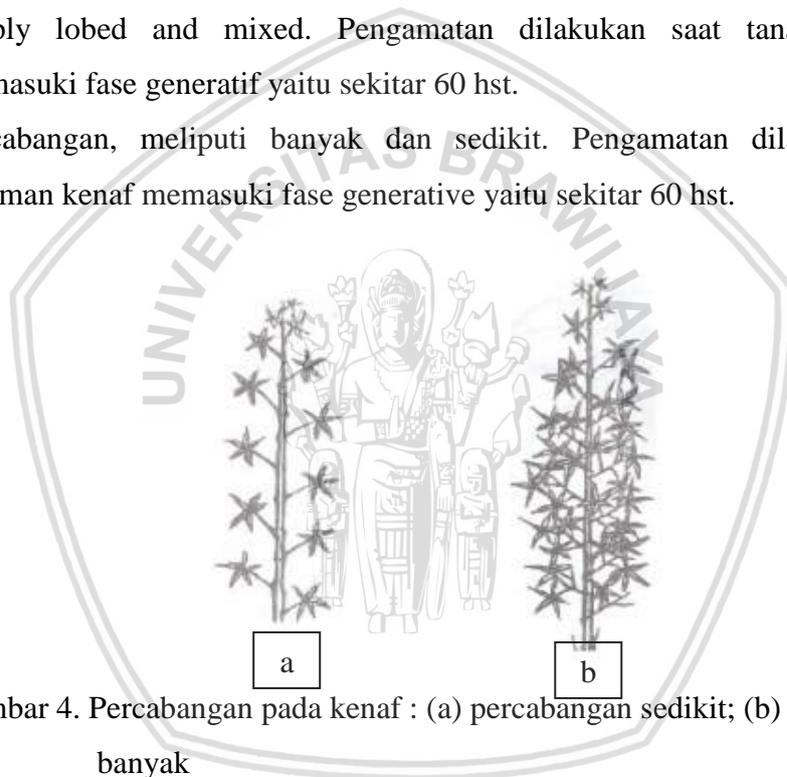
Batang kenaf yang sudah dipanen direndam dalam air selama 20 hari. Setelah perendaman kemudian dilakukan penyeratan yaitu memisahkan kulit dengan batang. Hasil penyeratan dicuci dengan air bersih dan dijemur selama 5 hari.

3.5 Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada karakter kualitatif dan kuantitatif. Pengamatan karakter kualitatif mengacu pada IJO (*International Jute Organisation*). Adapun karakter kualitatif yang diamati antara lain :

1. Warna batang, variasi warna batang kenaf yaitu warna hijau dan merah. Pengamatan dilakukan saat tanaman kenaf memasuki fase generatif yaitu sekitar 60 hst.

2. Warna bunga, variasi warna bunga kenaf yaitukrem, kuning, merah muda dan ungu. Pengamatan dilakukan saat tanaman kenaf memasuki fase generatif yaitu sekitar 60 hst.
3. Warna tangkai daun, variasi warna tangkai daun yaitu hijau dan merah. Pengamatan dilakukan saat tanaman kenaf memasuki fase generatif yaitu sekitar 60 hst.
4. Warna tepi daun, variasi warna tepi daun yaitu hijau dan merah. Pengamatan dilakukan saat tanaman kenaf memasuki fase generatif yaitu sekitar 60 hst.
5. Bentuk daun, variasi bentuk daun kenaf meliputi unlobed, partially lobed, deeply lobed and mixed. Pengamatan dilakukan saat tanaman kenaf memasuki fase generatif yaitu sekitar 60 hst.
6. Percabangan, meliputi banyak dan sedikit. Pengamatan dilakukan saat tanaman kenaf memasuki fase generative yaitu sekitar 60 hst.



Gambar 4. Percabangan pada kenaf : (a) percabangan sedikit; (b) percabangan banyak

7. Permukaan batang, meliputi halus, berbulu, berduri. Pengamatan dilakukan saat tanaman kenaf memasuki fase generatif yaitu sekitar 60 hst.

Adapun karakter kuantitatif yang diamati antara lain :

1. Tinggi Tanaman (cm), diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi. Tinggi tanaman diukur pada saat fase vegetatif akhir atau pada waktu memasuki fase generatif sekitar umur 60 hst.
2. Diameter batang (cm), diukur pada bagian batang yang berada 15 cm dari permukaan tanah. Pengamatan dilakukan setelah panen.

3. Diameter *core* (cm), diukur pada bagian batang yang berada 15 cm dari permukaan tanah yang telah dikupas kulitnya. Pengamatan dilakukan setelah panen.
4. Tebal kulit (cm), diukur dengan cara mengurangi nilai diameter batang dengan diameter *core* pada bagian batang yang berada 15 cm dari permukaan tanah.
5. Bobot keringserat per tanaman (g), batang kenaf yang sudah dipanen direndam dalam air selama 20 hari. Kemudian serat dicuci dengan air bersih dan dijemur selama 5 hari. Serat kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital

3.6 Analisis Data

Analisis data untuk karakter kualitatif yaitu uji chi square, sedangkan untuk karakter kuantitatif menggunakan uji normalitas.

1. Uji chi square

Pengujian kesesuaian antara nilai pengamatan dan nilai harapan digunakan uji chi square yang tergantung dari banyaknya kelas (Gomez dan Gomez, 1984).

Dua Kelas

$$x^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(|O_j - E_j| - 0,5)^2}{E_j}$$

Lebih dari Dua Kelas

$$x^2 = \sum_{i=1}^p \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}$$

Keterangan:

O_j = nilai pengamatan dalam kelas ke- j

E_j = nilai harapan dalam kelas ke- j

$j = 1, 2, 3, \dots$

Dengan demikian H_0 diterima bila X_2 hitung $< X_2$ tabel. Sebaliknya, H_0 ditolak jika X_2 hitung $> X_2$ tabel. Pengujian kesesuaian antara nilai pengamatan dan nilai harapan digunakan uji chi square yang tergantung dari banyaknya kelas (Gomez dan Gomez, 1984).

2. Uji Normalitas

Uji normalitas sebaran data dan frekuensi genotip generasi F_2 dilakukan untuk masing-masing karakter kuantitatif menggunakan uji Kormogorov smirnov dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Kenormalan data dilihat dari nilai skewness dan kurtosis.

Rumus skewness :

$$S_k = \frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^3}{n \cdot s}$$

Keterangan

S_k : Skewness

\bar{X} : Rata-rata

s : Simpangan baku

F_i : Frekuensi

Rumus kurtosis :

$$K = \frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^4}{n \cdot s^4}$$

Keterangan

K : Kurtosis

X_i : Mid Point

\bar{X} : Rata-rata

n : Jumlah data

F_i : Frekuensi

Menurut Roy (2000), apabila nilai skewness dan kurtosis yang diperoleh :

Skewness = 0, sebaran normal = aksi gen aditif

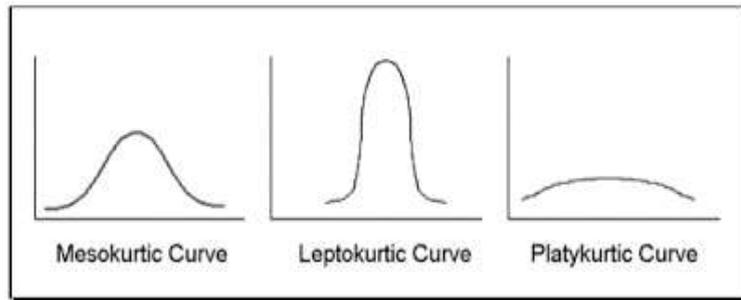
Skewness < 0, Suatu kurva dikatakan condong ke kanan (negatif) = aksi gen aditif dengan terdapat pengaruh epistasis duplikat

Skewness > 0, Suatu kurva dikatakan condong ke kiri (positif) = aksi gen aditif dan terdapat pengaruh epistasis komplementer

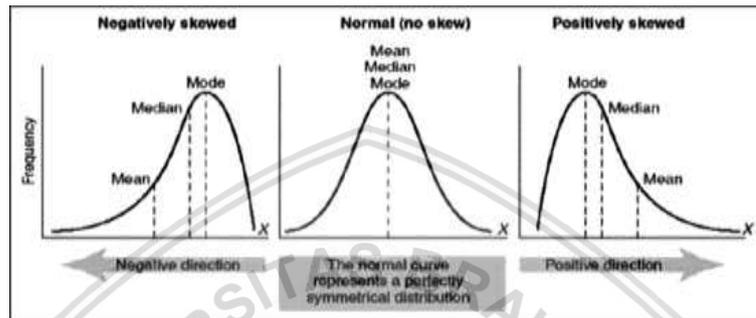
Kurtosis = 3, bentuk grafik sebaran mesokurtik, suatu kurva dikatakan normal

Kurtosis < 3, bentuk grafik sebaran platykurtik, suatu kurva dikatakan datar

Kurtosis > 3, bentuk grafik sebaran leptokurtik, suatu kurva dikatakan runcing



Gambar 5. Bentuk Grafik Kurtosis



Gambar 6. Bentuk Grafik Skewness



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Karakter Kualitatif

4.1.1.1 Hasil Pengamatan Karakter Kualitatif Generasi F₂

Pengamatan karakter kualitatif dilakukan terhadap tujuh karakter pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004 meliputi warna batang, warna bunga, warna tangkai daun, warna tepi daun, bentuk daun, percabangan dan permukaan batang. Total tanaman di lapangan sejumlah 500 tanaman, tetapi 493 tanaman yang dapat diamati. Hal ini dikarenakan tujuh tanaman mati disebabkan karena terserang hama puru akar.

Tabel 1. Distribusi Karakter yang Mengalami Segregasi

No.	Karakter	Populasi F ₂	
		Jumlah Tanaman	%
1	Warna Batang		
	a. Hijau Muda	298	60,45
	b. Merah	166	33,67
	c. Hijau Tua	29	5,88
2	Warna Bunga		
	a. Krem	323	75,46
	b. Kuning	142	20,49
	c. Ungu	28	4,06
3	Warna Tangkai Daun		
	a. Merah	380	77,08
	b. Hijau	113	22,92
4	Warna Tepi Daun		
	a. Merah	276	55,98
	b. Hijau	217	44,02
5	Bentuk Daun		
	a. Deeply Lobed	353	71,60
	b. Partially Lobed	140	28,40
6	Percabangan		
	a. Sedikit	298	60,45
	b. Banyak	195	39,55
7	Permukaan Batang		
	a. Halus	292	59,23
	b. Berduri	201	40,77

Karakter warna batang terbagi menjadi tiga kelas fenotip yaitu warna hijau muda, hijau tua dan merah. Jumlah karakter yang memiliki warna hijau muda sebanyak 60,45%, hijau tua 33,67% dan warna merah 5,88% dari seluruh jumlah tanaman generasi F₂. Karakter warna bunga terbagi menjadi tiga kelas fenotip yaitu krem, kuning dan ungu. Masing-masing karakter warna bunga berjumlah 75,46%; 20,49%; 4,06% dari seluruh jumlah tanaman generasi F₂. Karakter warna tangkai daun, warna tepi daun, bentuk daun, percabangan dan permukaan batang dibagi menjadi dua kelas fenotip. Karakter warna tangkai daun terbagi menjadi dua kelas yaitu warna merah dan hijau. Jumlah karakter warna tangkai daun merah sebanyak 77,08% dan warna hijau sebanyak 22,92%. Bentuk daun juga terbagi menjadi dua kelas fenotip yaitu deeply lobed dan partially lobed. Masing-masing karakter bentuk daun berjumlah 71,60% dan 28,40% dari seluruh jumlah tanaman populasi F₂. Begitupula dengan karakter percabangan dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu sedikit dan banyak. Karakter percabangan sedikit berjumlah 60,45% dan karakter percabangan banyak berjumlah 39,55% dari seluruh jumlah populasi F₂. Karakter permukaan batang dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu halus dan berduri. Masing-masing karakter permukaan batang berjumlah 59,23% dan 40,77 dari seluruh jumlah tanaman generasi F₂.

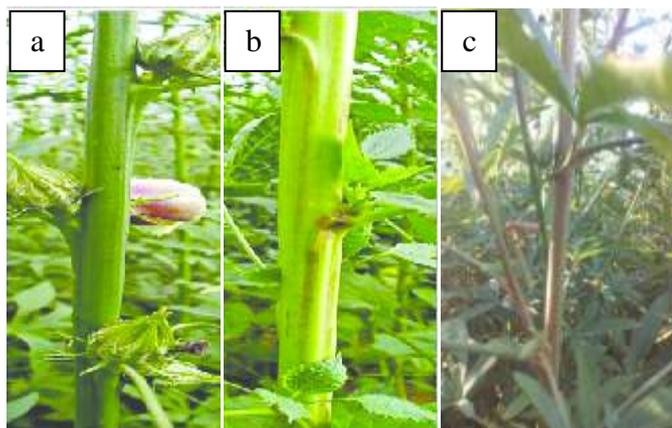
4.1.1.2 Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Warna Batang Generasi F₂

Warna batang kenaf varietas HC48 (P₁) berwarna hijau muda, sedangkan varietas SM004 (P₂) memiliki warna hijau tua. Pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dengan SM004 diperoleh tiga kelas fenotip yaitu hijau tua, hijau muda dan merah. Berdasarkan analisis uji chi square untuk warna batang pada generasi F₂ (Tabel 2) diketahui hasil bahwa rasio yang diperoleh pada nisbah 9:6:1. Hal ini karena nilai χ^2 hitung pada nisbah 9:6:1 lebih kecil daripada nilai χ^2 tabel.

Tabel 2. Hasil Chi square 3 Kelas untuk Warna Batang

Nisbah Mendel	Pengamatan			Harapan			χ^2	
	Hijau Muda	Merah	Hijau Tua	Hijau Muda	Merah	Hijau Tua	Hitung	Tabel
1:2:1	298	166	29	123,25	246,50	123,25	346,13*	5,99
9:3:4	298	166	29	277,31	92,44	123,25	132,16*	5,99
9:6:1	298	166	29	277,31	184,87	30,81	5,24 ^{tn}	5,99
12:3:1	298	166	29	369,75	92,44	30,81	72,57*	5,99
7:6:3	298	166	29	215,69	184,87	92,44	76,87*	5,99

Keterangan : ^{tn}=rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi square; *= nyata pada uji taraf 5%



Gambar 7. Keragaman warna batang kenaf generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004 : (a) warna hijau tua; (b) warna hijau muda; (c) warna merah

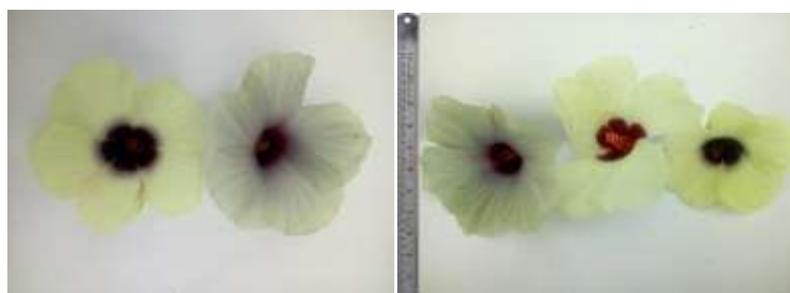
4.1.1.3 Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Warna Bunga Generasi F₂

Warna bunga kenaf varietas HC48 (P₁) berwarna krem, sedangkan varietas SM004 (P₂) memiliki warna ungu. Pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dengan SM004 diperoleh tiga kelas fenotip yaitu krem, kuning dan ungu. Berdasarkan analisis uji chi square untuk warna batang pada generasi F₂ (Tabel 3) diketahui hasil bahwa rasio yang diperoleh pada nisbah 12:3:1. Hal ini karena nilai χ^2 hitung pada nisbah 12:3:1 lebih kecil daripada nilai χ^2 tabel.

Tabel 3. Hasil Chi square 3 Kelas untuk Warna Bunga

Nisbah Mendel	Pengamatan			Harapan			χ^2	
	Krem	Kuning	Ungu	Krem	Kuning	Ungu	Hitung	Tabel
1:2:1	372	101	20	123,25	246,5	123,25	674,42*	5,99
9:3:4	372	101	20	277,31	92,44	123,25	119,62*	5,99
9:6:1	372	101	20	277,31	184,87	30,81	74,18*	5,99
12:3:1	372	101	20	369,75	92,44	30,81	4,60 ^{tn}	5,99
7:6:3	372	101	20	215,69	184,87	92,44	208,10*	5,99

Keterangan : ^{tn}=rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi square; *= nyata pada uji taraf 5%



Gambar 8. Keragaman warna bunga tanaman kenaf: (a) tetua HC48 dan SM004; (b) generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004

4.1.1.4 Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Warna Tangkai Daun Generasi F₂

Warna tangkai daun kenaf varietas HC48 (P₁) berwarna merah, sedangkan varietas SM004 (P₂) memiliki warna hijau. Pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dengan SM004 diperoleh dua kelas fenotip yaitu merah dan hijau. Berdasarkan analisis uji chi square untuk warna batang pada generasi F₂ (Tabel 4) diketahui hasil bahwa rasio yang diperoleh pada nisbah 3:1. Hal ini karena nilai χ^2 hitung pada nisbah 3:1 lebih kecil daripada nilai χ^2 tabel.

Tabel 4. Hasil Chi square 2 Kelas untuk Warna Tangkai Daun

Nisbah Mendel	Pengamatan		Harapan		χ^2	
	Merah	Hijau	Merah	Hijau	Hitung	Tabel
3:1	380	113	369,75	123,25	1,19 ^m	3,84
9:7	380	113	277,31	215,69	87,02*	3,84
13:3	380	113	400,56	92,44	5,46*	3,84
15:1	380	113	462,19	30,81	231,35*	3,84

Keterangan : ^m=rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi square; *= nyata pada uji taraf 5%



a

b



c

Gambar 9. Keragaman warna tangkai daun : (a) warna hijau pada tetua HC48; (b) warna merah pada tetua SM004; (c) generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004

4.1.1.5 Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Warna Tepi Daun Generasi F₂

Warna tepi daun kenaf varietas HC48 (P₁) berwarna merah, sedangkan varietas SM004 (P₂) memiliki warna hijau. Pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dengan SM004 diperoleh dua kelas fenotip yaitu merah dan hijau. Berdasarkan analisis uji chi square untuk warna batang pada generasi F₂ (Tabel 5) diketahui hasil bahwa rasio yang diperoleh pada nisbah 9:7. Hal ini karena nilai χ^2 hitung pada nisbah 9:7 lebih kecil daripada nilai χ^2 tabel.

Tabel 5. Hasil Chi square 2 Kelas untuk Warna Tepi Daun

Nisbah Mendel	Pengamatan		Harapan		χ^2	
	Merah	Hijau	Merah	Hijau	Hitung	Tabel
3:1	276	217	369,75	123,25	94,58*	3,84
9:7	276	217	277,31	215,69	0,01 ^{tn}	3,84
13:3	276	217	400,56	92,43	205,55*	3,84
15:1	276	217	462,19	30,81	1194,43*	3,84

Keterangan : ^{tn}=rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi square; *= nyata pada uji taraf 5%



Gambar 10. Warna tepi daun generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004

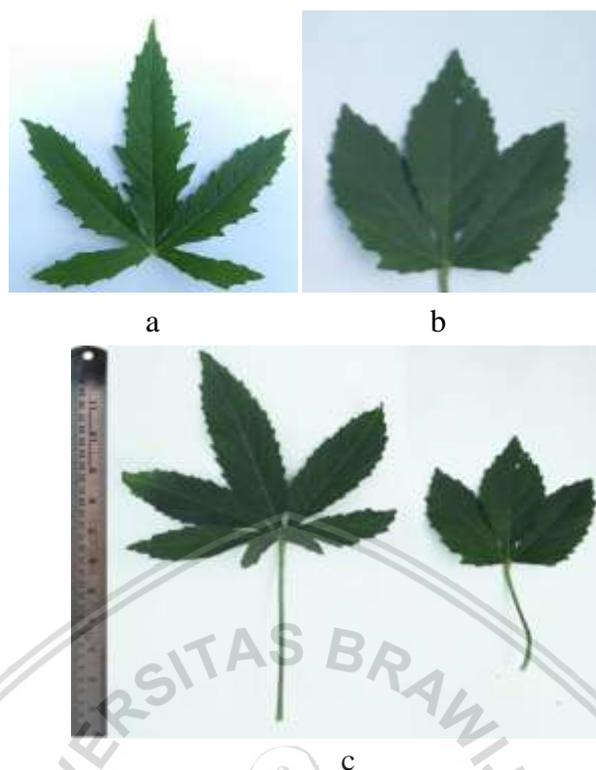
4.1.1.6 Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Bentuk Daun Generasi F₂

Bentuk daun kenaf varietas HC48 (P₁) berbentuk deeply lobed, sedangkan varietas SM004 (P₂) memiliki bentuk daun partially lobed. Pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dengan SM004 diperoleh dua kelas fenotip yaitu deeply lobed dan partially lobed. Berdasarkan analisis uji chi square untuk bentuk daun pada generasi F₂ (Tabel 6) diketahui hasil bahwa rasio yang diperoleh pada nisbah 3:1. Hal ini karena nilai χ^2 hitung pada nisbah 3:1 lebih kecil daripada nilai χ^2 tabel.

Tabel 6. Hasil Chi square 2 Kelas untuk Bentuk Daun

Nisbah Mendel	Pengamatan		Harapan		χ^2	
	Deeply Lobed	Partially Lobed	Deeply Lobed	Partially Lobed	Hitung	Tabel
3:1	353	140	369,75	123,25	2,95 ^{tn}	3,84
9:7	353	140	277,31	215,69	47,29*	3,84
13:3	353	140	400,56	92,43	29,73*	3,84
15:1	353	140	462,19	30,81	409,41*	3,84

Keterangan : ^{tn}=rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi square; *= nyata pada uji taraf 5%



Gambar 11. Keragaman bentuk daun : (a) deeply lobed pada tetua HC48; (b) partially lobed pada tetua SM004; (c) generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004

4.1.1.7 Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Percabangan Generasi F₂

Percabangan batang kenaf varietas HC48 (P₁) sedikit, sedangkan varietas SM004 (P₂) memiliki percabangan banyak. Pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dengan SM004 diperoleh dua kelas fenotip yaitu sedikit dan banyak. Berdasarkan analisis uji chi square untuk warna batang pada generasi F₂ (Tabel 7) diketahui hasil bahwa rasio yang diperoleh pada nisbah 9:7. Hal ini karena nilai χ^2 hitung pada nisbah 9:7 lebih kecil daripada nilai χ^2 tabel.

Tabel 7. Hasil Chi square 2 Kelas untuk Percabangan

Nisbah Mendel	Pengamatan		Harapan		χ^2	
	Sedikit	Banyak	Sedikit	Banyak	Hitung	Tabel
3:1	298	195	369,75	123,25	55,31*	3,84
9:7	298	195	277,31	215,69	3,55 ^{tn}	3,84
13:3	298	195	400,56	92,43	139,21*	3,84
15:1	298	195	462,19	30,81	928,25*	3,84

Keterangan : ^{tn}=rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi square; *= nyata pada uji taraf 5%



Gambar 12. Keragaman percabangan batang generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004 : (a) percabangan sedikit pada tetua HC48; (b) percabangan banyak pada SM004

4.1.1.8 Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Permukaan Batang Generasi F₂

Permukaan batang kenaf varietas HC48 (P₁) bertekstur halus, sedangkan varietas SM004 (P₂) memiliki permukaan batang berduri. Pada generasi F₂ hasil persilangan HC48 dengan SM004 diperoleh dua kelas fenotip yaitu berduri, dan halus. Berdasarkan analisis uji chi square untuk permukaan batang pada generasi F₂ (Tabel 8) diketahui hasil bahwa rasio yang diperoleh pada nisbah 9:7. Hal ini karena nilai χ^2 hitung pada nisbah 9:7 lebih kecil daripada nilai χ^2 tabel.

Tabel 8. Hasil Chi square 2 Kelas untuk Permukaan Batang

Nisbah Mendel	Pengamatan		Harapan		χ^2	
	Halus	Berduri	Halus	Berduri	Hitung	Tabel
3:1	292	201	369,75	123,25	64,98*	3,84
9:7	292	201	277,31	215,69	1,79 ^m	3,84
13:3	292	201	400,56	92,43	156,02*	3,84
15:1	292	201	462,19	30,81	997,52*	3,84

Keterangan : ^m=rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi square; *= nyata pada uji taraf 5%



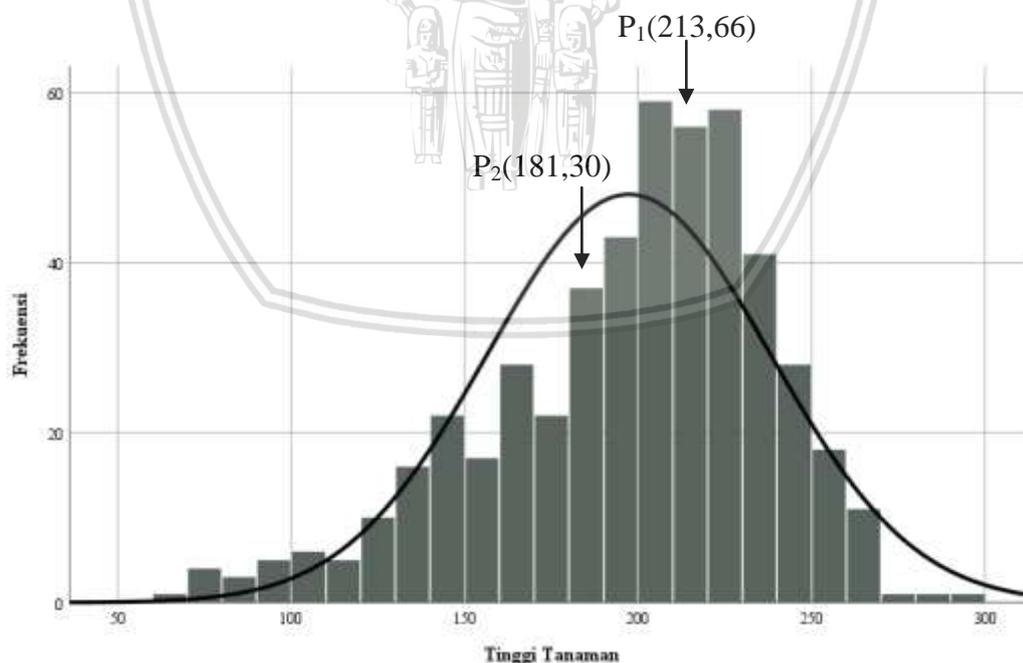
Gambar 13. Keragaman permukaan batang generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004 : (a) Permukaan batang halus; (b) Permukaan batang berduri

4.1.2 Karakter Kuantitatif

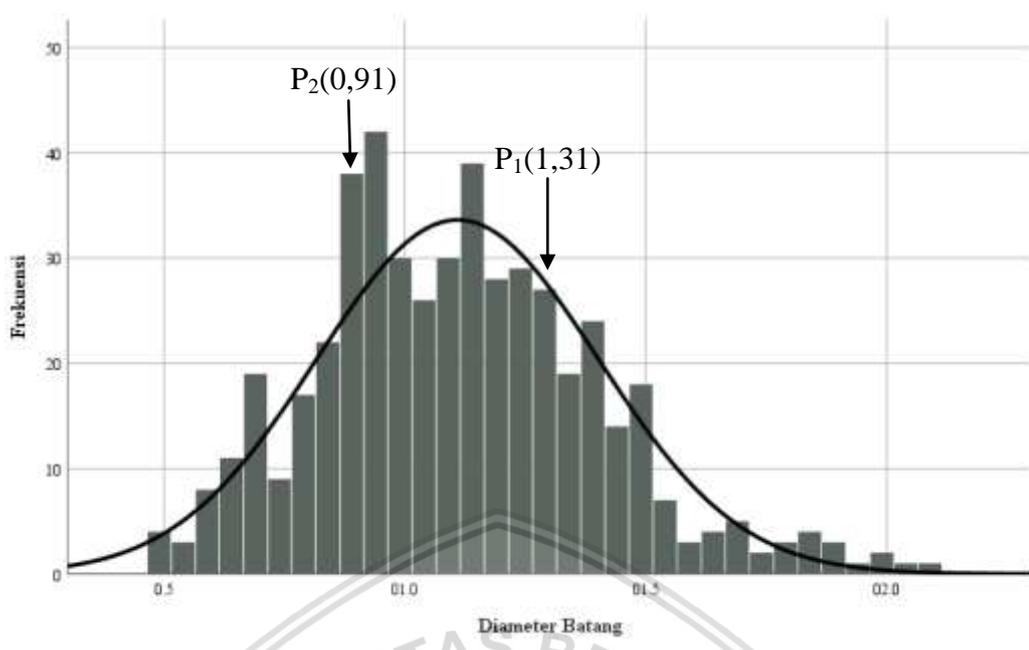
Rata-rata karakter kuantitatif yang diamati pada kedua tetua dan generasi F_2 dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil pengamatan pada generasi F_2 menunjukkan bahwa generasi F_2 memiliki rata-rata lebih baik daripada rata-rata tetua SM004. Sedangkan rata-rata karakter kuantitatif pada tetua HC48 memiliki nilai lebih tinggi dibanding generasi F_2 . Rata-rata tinggi tanaman pada generasi F_2 diketahui memiliki nilai 196,67 cm yang menunjukkan lebih tinggi dari tetua SM004 (181,30 cm) dan lebih rendah dari tetua HC48 (213,67). Sedangkan karakter diameter batang, diameter core dan tebal kulit hasil rata-rata tertinggi pada tetua HC48 dengan nilai masing-masing 1,31 cm; 1,04 cm dan 0,27. Pada karakter berat kering serat generasi F_2 memiliki rata-rata 5,63 g yang menunjukkan lebih rendah dari tetua HC48 (7,66 g) dan lebih tinggi dari tetua SM004 (4,44).

Tabel 9. Nilai Rata-rata Tetua HC48 (P_1), SM004 (P_2) dan Generasi F_2

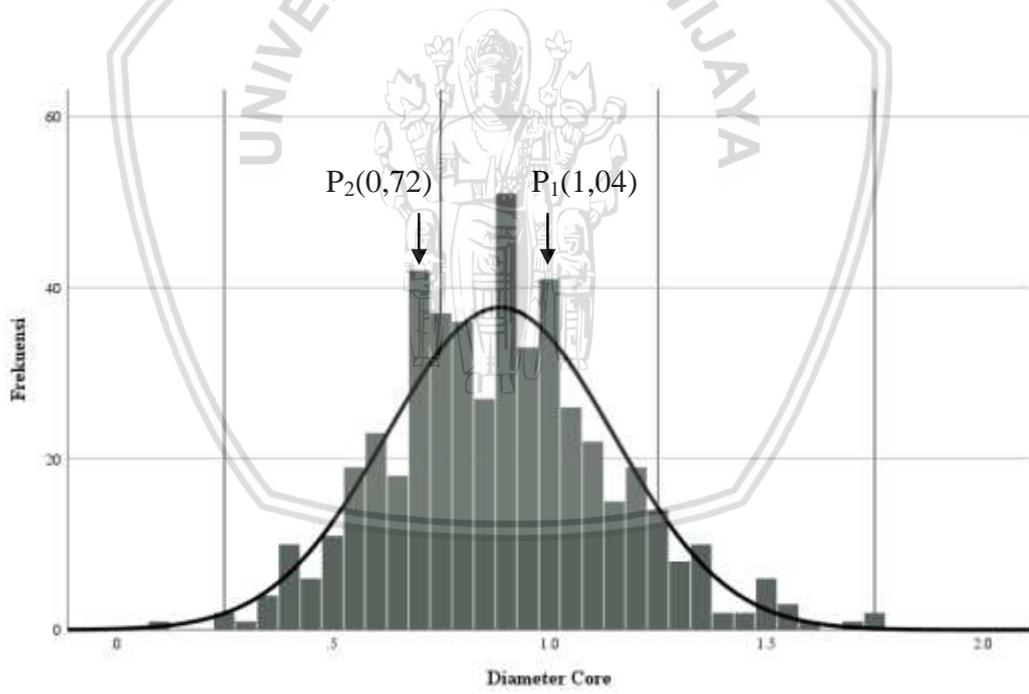
Karakter	HC48	SM004	F_2
Tinggi Tanaman (cm)	213,67	181,30	196,67
Diameter Batang (cm)	1,31	0,91	1,11
Diameter Core (cm)	1,04	0,72	0,89
Tebal Kulit (cm)	0,27	0,19	0,22
Berat Kering Serat (g)	7,66	4,44	5,63



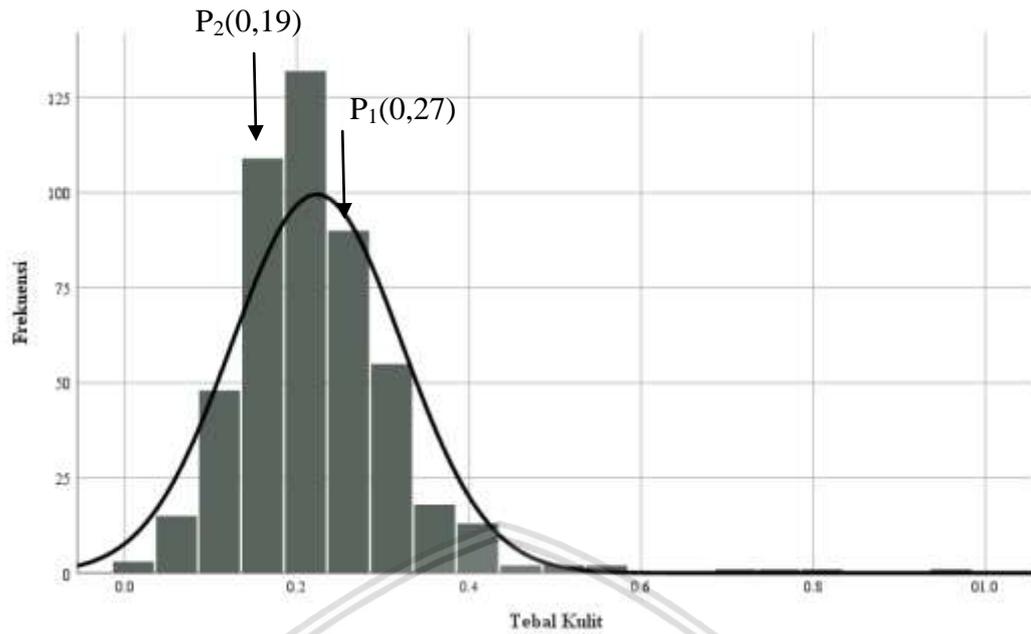
Gambar 14. Sebaran Frekuensi Tinggi Tanaman Generasi F_2 Hasil Persilangan HC48 dan SM004



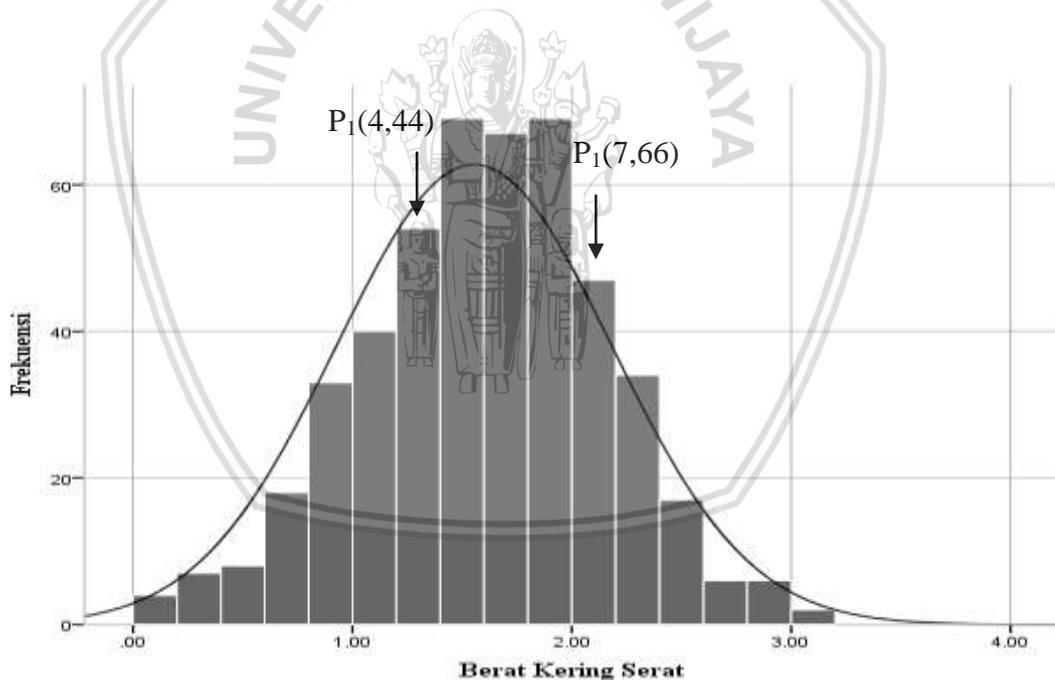
Gambar 15. Sebaran Frekuensi Diameter Batang Generasi F₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004



Gambar 16. Sebaran Frekuensi Diameter Core Generasi F₂ Hasil Persilangan HC48 dan SM004



Gambar 17. Sebaran Frekuensi Tebal Kulit Generasi F_2 Hasil Persilangan HC48 dan SM004



Gambar 18. Sebaran Frekuensi Berat Kering Serat Generasi F_2 Hasil Persilangan HC48 dan SM004

Hasil analisis pola sebaran karakter kuantitatif disajikan pada gambar 14 hingga gambar 18. Gambar 14 hingga 18 menunjukkan bahwa semua karakter yang diamati memiliki pola sebaran kontinyu, yang berarti semua karakter kuantitatif yang diamati pada generasi F_2 dikendalikan oleh banyak gen atau

bersifat poligenik. Semua karakter generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004 tidak memiliki sebaran normal yang ditunjukkan oleh nilai skewness yang tidak sama dengan nol (Tabel 10).

Tabel 10. Nilai Skewness, Aksi Gen dan Kurtosis Generasi F₂

Karakter	Skewness	Aksi Gen	Kurtosis	Keterangan
Tinggi Tanaman	-0,71	Aditif+epistasis duplikat	0,28	Dikendalikan banyak gen
Diameter Batang	0,49	Aditif+epistasis komplementer	0,30	Dikendalikan banyak gen
Diameter Core	0,31	Aditif+epistasis komplementer	0,30	Dikendalikan banyak gen
Tebal Kulit	-0,26	Aditif+epistasis duplikat	2,95	Dikendalikan banyak gen
Berat Kering Serat	-0,77	Aditif+epistasis duplikat	1,74	Dikendalikan banyak gen

Statistik deskriptif yang dapat digunakan untuk menduga jumlah gen dan aksi gen yang mengendalikan suatu karakter kuantitatif dalam populasi bersegregasi adalah kemenjurluran (skewness) dan keruncingan (kurtosis). Menurut Samak *et al.* (2011) skewness memberikan informasi mengenai aksi gen sedangkan kurtosis memberikan informasi mengenai jumlah gen yang mengendalikan suatu karakter. Analisis kurtosis disajikan pada Tabel 10 menunjukkan bahwa semua karakter menyebar platykurtik karena memiliki nilai kurtosis < 3 , dan memiliki arti bahwa semua karakter kuantitatif kenaf dikendalikan oleh banyak gen.

Analisis skewness memperlihatkan sebagian besar karakter menjulur ke kiri dan menjulur ke kanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, tebal kulit dan berat kering serat memiliki nilai < 0 dan bertanda negatif (menjulur ke kiri). Hal ini menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, tebal kulit dan berat kering serat dikendalikan oleh gen aditif dengan pengaruh aksi gen epistasis duplikat. Karakter diameter batang dan diameter core masing-masing memiliki nilai skewness > 0 dan bernilai positif (menjulur ke kanan). Dengan demikian pada kedua karakter tersebut dikendalikan oleh aksi gen aditif dengan pengaruh epistasis komplementer.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Karakter Kualitatif

4.2.1.1 Warna Batang

Karakter warna batang pada generasi F_2 dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu warna hijau muda, hijau tua dan merah. Berdasarkan hasil uji chi square pada generasi F_2 karakter warna tangkai daun didapatkan nisbah 9:6:1. Nisbah tersebut mengindikasikan bahwa karakter warna batang dikendalikan oleh dua gen bukan alelnya bekerja saling menambah atau bersifat kumulatif untuk memunculkan fenotipe baru. Karakter warna hijau muda diduga mempunyai genotip A-B-, karakter warna merah mempunyai genotip A-bb dan aaB, sedangkan genotip karakter warna hijau tua adalah aabb. Setiap ada alel A yang bersama-sama dengan alel B maka fenotip yang muncul adalah warna hijau muda. Sementara itu, jika ada genotip A-bb atau aab- maka fenotip yang muncul adalah merah, sedangkan apabila genotip aabb fenotip yang muncul adalah hijau tua.

4.2.1.2 Warna Bunga

Karakter warna bunga pada generasi F_2 dibagi menjadi tiga kelas fenotip yaitu warna krem, kuning dan ungu. Berdasarkan hasil uji chi square pada generasi F_2 karakter warna bunga didapatkan nisbah 12:3:1. Hal tersebut menunjukkan bahwa karakter warna bunga dikendalikan oleh dua pasang gen bersifat epistasis dominan. Penelitian yang dilakukan Falusi (2008) menyatakan bahwa pola pewarisan sifat warna bunga pada kenaf dikendalikan oleh dua pasang gen. Pada peristiwa epistasis dominan terjadi penutupan ekspresi gen oleh suatu gen dominan yang bukan alelnya. Gen penentu warna krem yang dominan berada terpisah dari gen penentu warna kuning yang juga dominan. Tiap-tiap warna memiliki alel tersendiri. Jika kedua gen tidak sealel itu hadir bersama dalam satu individu maka akan menampilkan fenotip gen yang menutupi atau menghalangi, yang dikenal sebagai gen epistasis. Jadi, jika gen warna krem dan kuning hadir bersama, fenotip yang muncul adalah fenotip krem. Maka warna krem epistatik terhadap kuning dan kuning hipostatik terhadap krem. Jika di dalam individu hanya ada gen yang ditutup atau dihalangi, maka fenotip yang muncul adalah fenotip dari gen yang dihalangi tersebut. Gen ini disebut gen hipostatis. Tidak

adanya gen dominan pada individu akan memunculkan sifat baru dalam hal ini warna ungu.

Karakter warna bunga krem diduga mempunyai genotip A-B- dan A-bb, karakter warna bunga kuning mempunyai genotip aaB-, sedangkan genotip karakter warna bunga ungu adalah aabb. Jika ada genotip A-B- dan A-bb maka fenotip yang muncul adalah warna krem. Sementara apabila terdapat genotip aaB- maka fenotip yang muncul adalah warna kuning sedangkan genotip aabb karakter yang muncul adalah warna ungu. Menurut Oliveira (2016) nisbah 12:3:1 menunjukkan bahwa suatu karakter dikendalikan oleh dua pasang gen, dimana dua pasang gen dominan lengkap mengatur sifat yang sama tetapi satu alel dominan pada lokus dapat menghasilkan fenotip tertentu tidak tergantung gen pada lokus lain baik dominan atau resesif, jadi epistatik terhadap gen lain atau menutup efek gen lain.

4.2.1.3 Warna Tangkai Daun

Karakter warna tangkai daun pada generasi F₂ dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu merah dan hijau. Berdasarkan hasil uji *chi square* pada generasi F₂ karakter warna tangkai daun didapatkan nisbah 3:1. Nisbah tersebut mengindikasikan bahwa karakter warna tangkai daun dikendalikan oleh satu gen dengan aksi gen dominan tunggal, gen dominan untuk mengendalikan warna merah dan gen resesif sebagai pengendali warna hijau. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran alel dominan dari suatu gen menyebabkan efek alel resesif dari lokus yang sama akan tertutupi, sehingga fenotip yang tampak adalah efek alel dominan (Nandanwar dan Manivel, 2014). Karakter warna tangkai daun kenaf merah diduga mempunyai genotip AA sedangkan warna tangkai daun hijau bergenotip aa. Ketika warna tangkai daun merah dan hijau disilangkan akan membentuk genotip Aa yang juga menunjukkan warna merah, karena efek alel a akan tertutupi oleh kehadiran alel A. Jadi, warna hijau dikendalikan oleh sepasang gen resesif aa dan karakter ini diekspresikan hanya ketika gen resesif berada dalam kondisi homosigot. Genotip AA atau Aa akan memiliki warna tangkai daun merah, sedangkan genotip aa akan memiliki warna tangkai daun hijau. Nisbah kecocokan 3:1 menunjukkan bahwa 3/4 bagian dari populasi F₂ memiliki karakter

warna tangkai daun merah dan 1/4 bagian lainnya memiliki karakter warna daun hijau.

4.2.1.4 Warna Tepi Daun

Karakter warna tepi daun pada generasi F₂ dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu merah dan hijau. Berdasarkan hasil analisis uji *chi square* pada generasi F₂ karakter warna tepi daun didapatkan nisbah 9:7. Hal tersebut menunjukkan bahwa karakter tepi daun dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda. Hal ini berarti fenotip warna merah akan muncul ketika kedua gen bersifat dominan. Dua gen resesif bersifat epistasis terhadap alel dominan. Karakter warna tepi daun merah diduga mempunyai genotip A-B-, sedangkan karakter warna tepi daun hijau mempunyai genotip A-bb, aaB-, dan aabb. Setiap ada alel A yang bersama-sama dengan B maka fenotip yang muncul adalah warna merah. Sementara itu, jika genotip homozigot aa atau bb maka fenotip yang muncul warna tepi daun hijau. Kasus nisbah 9:7 merupakan gen komplementasi yang berperan dalam pembentukan suatu fenotip tanaman. Fungsi suatu gen dari lokus akan dibutuhkan oleh gen dari lokus yang lain (Kuswanto, 2004). Rasio kecocokan 9:7 diartikan bahwa 9/16 bagian dari seluruh populasi memiliki warna tepi daun merah dan 7/16 bagian dari populasi memiliki warna tepi daun hijau.

4.2.1.5 Bentuk Daun

Karakter bentuk daun pada generasi F₂ dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu deeply lobed dan partially lobed. Berdasarkan hasil uji *chi square* pada generasi F₂ karakter bentuk daun didapatkan nisbah 3:1. Nisbah tersebut mengindikasikan bahwa karakter bentuk daun dikendalikan oleh satu gen dengan aksi gen dominan tunggal. Hal ini sesuai dengan penelitian Falusi (2008) tentang pola pewarisan sifat bentuk daun pada kenaf dikendalikan oleh satu gen dominan tunggal. Nisbah kecocokan 3:1 menunjukkan bahwa 3/4 bagian dari populasi F₂ memiliki karakter bentuk daun deeply lobed dan 1/4 bagian lainnya memiliki karakter bentuk daun partially lobed.

4.2.1.6 Percabangan

Karakter percabangan pada generasi F₂ dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu sedikit dan banyak. Berdasarkan hasil analisis uji *chi square* pada generasi F₂ karakter percabangan didapatkan nisbah 9:7. Hal tersebut menunjukkan bahwa

karakter percabangan batang dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda. Percabangan batang sedikit diduga mempunyai genotip A-B-, sedangkan karakter percabangan batang banyak mempunyai genotip A-bb, aaB-, dan aabb. Setiap ada alel A yang bersama-sama dengan B maka fenotip yang muncul adalah percabangan sedikit. Sementara itu, jika genotip homozigot aa atau bb maka fenotip yang muncul cabang banyak. Kasus nisbah 9:7 merupakan gen komplementasi yang berperan dalam pembentukan suatu fenotip tanaman. Fungsi suatu gen dari lokus akan dibutuhkan oleh gen dari lokus yang lain (Kuswanto, 2004). Rasio kecocokan 9:7 diartikan bahwa 9/16 bagian dari seluruh populasi memiliki percabangan sedikit dan 7/16 bagian dari populasi memiliki percabangan banyak.

4.2.1.7 Permukaan Batang

Karakter permukaan batang pada generasi F₂ dibagi menjadi dua kelas fenotip yaitu halus dan berduri. Berdasarkan hasil analisis uji *chi square* pada generasi F₂ karakter permukaan batang didapatkan nisbah 9:7. Hal tersebut menunjukkan bahwa karakter permukaan batang dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda. Rasio kecocokan 9:7 diartikan bahwa 9/16 bagian dari seluruh populasi memiliki permukaan batang halus dan 7/16 bagian dari populasi memiliki permukaan batang berduri.

4.2.2 Karakter Kuantitatif

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa semua karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen. Karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen dimana pengaruh masing-masing gen terhadap penampilan karakter (fenotip) lebih kecil dan bersifat aditif (Bocianowski *et al.* 2016). Gen-gen tersebut secara bersama-sama mempunyai pengaruh yang lebih besar dari pengaruh lingkungan. Gen-gen demikian disebut gen minor. Aksi gen minor ditentukan oleh bentuk interaksi yang terjadi baik interaksi antar alel pada lokus yang sama. Ye *et al.* (2017), untuk karakter kuantitatif maka interaksi antar alel dapat terjadi dalam bentuk interaksi aditif dan dominan maupun interaksi antar alel pada lokus yang berbeda (epistasis). Grafik analisis sebaran F₂ memperlihatkan bahwa semua karakter (gambar 14 sampai 18) bersifat kontinyu. Hal ini menunjukkan bahwa semua karakter pada penelitian ini dikendalikan oleh banyak gen atau bersifat

poligenik. Roy (2000) menyatakan bahwa data yang bersifat poligenik mempunyai sebaran normal dan bersifat kontinyu.

Karakter tinggi tanaman, tebal kulit dan berat kering serat memiliki nilai skewness <0 dan bertanda negatif. Hal ini menunjukkan bahwa karakter tersebut memiliki sebaran genotip mendekati normal dan dikendalikan oleh aksi gen aditif dan epistasis duplikat. Epistasis terdiri dari epistasis komplementer dan epistasis duplikat. Epistasis komplementer adalah interaksi gen dimana fungsi suatu gen akan diperlukan oleh gen lain untuk membentuk suatu fenotipe, sedangkan epistasis duplikat adalah interaksi yang hanya jika dua gen menghasilkan bahan yang sama untuk membentuk fenotipe yang sama (Griffiths *et al.*, 2005). Hasil penelitian oleh Wibowo (2016) menunjukkan bahwa kemenjuluran kurva (skewness) dengan nilai >0 mengartikan karakter dikendalikan oleh aksi gen aditif, juga terdapat pengaruh epistatis duplikat didapat pada karakter jumlah daun, bobot kering akar, bobot biji pertanaman pada persilangan $A \times N$ dan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering akar, bobot biji per tanaman pada persilangan $G \times N$.

Penyebaran karakter diameter batang dan diameter core yang tidak membentuk sebaran normal terjadi karena keterlibatan gen-gen non aditif dalam mengendalikan keragaman pada generasi F_2 atau karena pengaruh lingkungan yang besar dan dikendalikan oleh gen aditif epistasis yang bersifat komplementer. Gen resesif epistasis atau epistasis komplementer artinya karakter tersebut dikendalikan oleh banyak gen yang berbeda lokus berinteraksi dalam menghasilkan suatu fenotipe tertentu. Aksi gen dari suatu lokus dapat menutupi aksi gen pada lokus yang lain. Penampilan suatu karakter atau fenotipe adalah hasil suatu proses metabolisme yang pada setiap tahapannya melibatkan kerja suatu gen, oleh karena itu diperlukan sederetan gen (Sobir dan Syukur, 2015).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pola segregasi generasi F_2 mengikuti nisbah 9:6:1 pada karakter warna batang dengan aksi gen dominan sempurna. Karakter warna bunga bersifat epistasis dominan dengan pola segregasi 12:3:1. Karakter warna tangkai daun dan bentuk daun dengan aksi gen dominan tunggal yang mengikuti pola segregasi 3:1. Karakter warna tepi daun, percabangan dan permukaan batang dengan aksi gen epistasis resesif ganda dengan nisbah 9:7.
2. Karakter tinggi tanaman, tebal kulit dan berat kering serat dikendalikan oleh aksi gen aditif dan epistasis duplikat, sedangkan karakter diameter batang dan diameter core dikendalikan oleh gen aditif epistasis yang bersifat komplementer.
3. Karakter tinggi tanaman, diameter batang, diameter core, tebal kulit dan berat kering serat dikendalikan oleh gen poligenik atau banyak gen.

5.2 Saran

Pewarisan karakter aksi gen epistasis akan menghambat kemajuan seleksi pada tanaman. Oleh karena itu, karakter kenaf yang bisa dijadikan indikator kriteria seleksi adalah warna batang, warna tangkai daun dan bentuk daun karena ketiga karakter tersebut tidak bersifat epistasis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A. B., S. Sujiprihati dan M. Syukur. 2011. Pewarisan Sifat Beberapa Karakter Kualitatif pada Tiga Kelompok Cabai. *Buletin Plasma Nutfah*. 2 (251) : 73-79.
- Akil, H. M., M. F. Omar, A. A. M. Marzuki, S. Safiee, Z. A. M. Ishak, and A. Abubakar. 2011. Kenaf Fiber Reinforced Composites : A Review. *Materials and Design* 32 (2011) : 4107-4121.
- Alexopoulou, E., D. Li, Y. Papatheohari, H. Siqui, D. Scordia and G. Testa. 2015. How Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Can Achieve High Yields in Europe and China. *Industrial Crop and Products* 68 (2015) : 131-140.
- Barmawi, M. 2007. Pola Segregasi dan Heritabilitas Sifat Ketahanan Kedelai Terhadap *Cowpea Mild Mottle Virus* Populasi Wilis x MLG2521. *J. HPT Tropika* 7 (1) : 48-52.
- Barona, M.A.A., J.M.C. Filho, V.S. Santos, I. O. Geraldi. 2012. Epistatic Effect on Grain Yield Of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. Braz. Soc. Plant Breed.12:231-236.
- Baumbach, J., J.P. Rogers, R.A. Slattery, N.N. Narayanan, Min Xu, R.G. Palmer, M.K. Bhattacharyya, D. Sandhu. 2012. Segregation distortion in a Region Containing a Male-Sterility, Female-Sterility Locus in Soybean. *Plant Science* 195 (2012) : 151-156.
- Benhill, J., L.O. Overhold, H.W Popp, and AR. Grove. 1960. *Botany*. Mc Grew Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London.
- Bnejdi, F., M. El Gazzah. 2010. Epistasis And Genotip-Byenvironment Interaction of Grain Yield Related Traits In Durum Wheat. *J. Plant Breed Crop. Sci.* 2:24-29.
- Bnejdi, F., C. Hanbary, E.G. Mohamed. 2011. Genetic Adaptability of Inheritance of Resistance to Biotic and Abiotic Stress Level on Crop: Role of Epistasis. *Afric. J. Biotech.* 10:19913-19917.
- Bocianowski, J., K. Gorczak, K. Nowosad, W. Rybinski and D. Piesik. 2016. Path Analysis And Estimation of Additive and Epistatic Gene Effects of Barley SSD Lines. *J. Intergrative Agriculture* 15 (9) : 1983-1990.
- Carter, A. J. R., J. Hermisson and T. F. Hansen. 2005. The role of epistatic gene interactions in the response to selection and the evolution of evolvability. *Theoretical Population Biology* 68 (3) : 179-196.
- Charles, L., I. Webber, L. Bhardwaj and V.K. Bledsoe. 2002. Kenaf Production : Fiber, Feed, and Seed. *J. Janick* : 327-339.
- Crowder, L.V. 1997. *Genetika Tanaman Cetakan III*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Falusi, O. A. 2008. Inheritance of Characters In Kenaf (*Hibiscus cannabinus*). *African Journal of Biotechnology* 7 (7) : 904-906.

- FAO. 2010. Jute, Kenaf and allied Fibres. Food and Agriculture Organization. Rome.
- Fridman, E. 2014. Consequences of Hybridization And Heterozygosity On Plant Vigor And Phenotypic Stability. *Plant Science* 11 (2014) : 1-28.
- Gray, L.N., N.G. Collavino, G.E.Simon, J.A. Mariotti. 2006. Diallelic Analysis of Genetic Effects Determining Days to Flowering in Kenaf. *Industrial Crops and Products* 23 (2006) : 194-200.
- Griffiths AJF, Wessler SR, Lewontin RC, Gelbart WM, Suzuki DT, Miller JH. 2005. *Introduction to Genetic Analysis*. New York (US): WH Freeman.
- Hossain, M.D., M.M. Hanafi., H.Jol, and A.H. Hazandy. 2011. Growth, Yield and Fiber Morphology of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Grown on Sandy Bris Soil as Influenced by Different Levels of Carbon. *African Journal of Biotechnology* 10 (50) : 10087-10094.
- Jambormias E, Riry J. 2014. Penyesuaian Data Dan Penggunaan Informasi Kekerabatan Untuk Mendeteksi Segregan Transgresif Sifat Kuantitatif Pada Tanaman Menyerbuk Sendiri (Suatu Pendekatan Dalam Seleksi). *J Budidaya Pertanian*. 5(1):11-18.
- Jayaramachandran, M., N. Kumaravadivel, S. Eapen, G. Kandasamy. 2010. Gene action for yield attributing characters in segregating generation (M2) of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Elec. J. Plant Breeding* 1:802- 808.
- Kuswanto. 2004. Pendugaan Jumlah Dan Model Aksi Gen Ketahanan Kacang Panjang (*Vigna Sesquipedalis* L. Fruwirth) Terhadap Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus. *Agrivita* XXVI (3) : 262-270.
- Kuswanto, H., N. Basuki, D.M. Arsyad. 2011. Inheritance of Soybean Pod Number Trait on Acid Soil. *Agrivita* 33 (2) : 119-126.
- Monti, A and E. Alexopoulou. 2013. *Kenaf : A Multi-Purpose Crop For Several Industrial Applications*. Springer. New York.
- Multhoni, J., H. Shimelis, R. Melis, and J. Kabira. 2012. Reproductive Biology and Early Generation's Selection in Conventional Potato Breeding. *J. of Crop Science*. 6 (3): 488-497.
- Nandanwar, H. R. and P. Manivel. 2014. Inheritance of Flower Colour In *Desmodium gangeticum* L. DC. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 5(2) : 290-293.
- Ochse, J. J., M. J. Soule, Jr., MJ. Dijkman, C. Wehlburg. 1961. *Tropical and Subtropical Agriculture*. The MacMillan. New York. pp: 1139-1177.
- Ogunniyan, D.J. 2016. Assessment Of Genetic Divergence In Kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L.) Genotips Using Agro-Botanical Characteristics And Multivariate Analysis. *J. Breeding and Genetics* 48 (1) : 61-71.
- Oliveira, M. A. C., J. B. Duarte, C. L. Morello, N. D. Suassuna and A. B. Oliveira. 2016. Mixed Inheritance in The Genetic Control of Ramulosis (*Colletotrichum gossypii* var. cephalosporioides) Resistance in Cotton. *Genetics and Molecular Research* 15 (3) : 1-9.

- Othman S. A., B. B. Singh and F. B. Mukhtar. 2006. Studies on the inheritance pattern of joints, pod and flower pigmentation in cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp.). *African Journal of Biotechnology*, 5 (23) : 2371-2376.
- Phillips, P.C. 2008. Epistasis, The Essential Role of Gene Interactions In The Structure And Evolution of Genetic Systems. *Nat. Rev.* 9:855-867.
- Purwati, R. D. 2016. Plasma Nutfah Kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L.). Balittas. Malang.
- Roy, D. 2000. *Plant Breeding : Analysis and Exploitation of Variation*. Calcutta : Narosa Publishing House.
- Sihaloho, A.N., Trikoesoemaningtyas, D. Sopandie dan D. Wirnas. 2015. Identifikasi Aksi Gen Epistasis pada Toleransi Kedelai terhadap Cekaman Aluminium. *J. Agron Indonesia* 43 (1) : 30-35.
- Strickberger, M.W. 1972. *Genetics*. New York: The Macmillan Company.
- Stricker, J.A., G.M. Prine and T.C. Riddle. 2006. Kenaf A Possible New Crop for Central Florida. Agronomy Department. University of Florida.
- Syukur, M., S. Sarsidi Sastrosumarjo, Y. Wahyu, S.I. Aisyah, S. Sujiprihati, R. Yunianti. 2015. *Sitogenetika Tanaman*. IPB Press. Bogor.
- Webber, C.L., and V.K. Bledsoe. 2002. Kenaf Yield Components and Plant Composition. J. Janick and A. Whipkey (eds.). 9 : 340-347.
- Wibowo, F., Rosmayati, dan R. L. M. Damanik. 2016. Pendugaan Pewarisan Genetik Karakter Morfologi Hasil Persilangan F₂ Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr. Pada Cekaman Salinitas. *Jurnal Pertanian Tropik* 3 (1) : 70-81.
- Ye, J.Y., J. Wu, L. Feng, Y. Ju, M. Cai, T. Cheng, H. Pan and Q. Zhang. 2017. Heritability And Gene Effects For Plant Architecture Traits Of Crape Myrtle Using Major Gene Plus Polygene Inheritance Analysis. *Scientia Horticultura* 225 (2017) : 335-342.
- Zhang Jing, Bing Zhang, Handong Su, J.A. Birchler, Fangpu Han. 2013. Molecular Mechanisms of Homologous Chromosome Pairing and Segregation in Plants. *J. Genetics and Genomics* 41 (2014) : 117-123.