

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman Bengkuang merupakan tanaman yang termasuk suku kacang-kacangan atau leguminosa. Menurut Astawan (2009), manfaat dari tanaman bengkuang ini sangat banyak diantaranya umbi bengkuang mengandung inulin yang tidak dapat dicerna. Inulin dapat diolah sebagai bahan makanan rendah kalori dan baik untuk kesehatan. Bengkuang mempunyai kadar air dan nutrisi yang tinggi. Nutrisi yang terkandung di dalam bengkuang ini adalah Vitamin C, sedangkan kandungan mineralnya adalah fosfor, besi dan kalsium

Kota Padang, Sumatera Barat, merupakan salah satu daerah sentra bengkuang yang tersebar di beberapa kecamatan yaitu, Kecamatan Koto Tangah, Nanggalo, Kuranji dan Pauh. Menurut data BPS Padang (2014) tahun 2011 areal tanam bengkuang mencapai 128 ha dengan rata-rata produksi 190 kuintal/ha (total produksi 2.432 ton). Tahun 2012, areal seluas 130 ha dan produksi rata-rata 193 kuintal/ha (total 2.509 ton). Menurut surat keputusan Menteri Pertanian nomor : 275/Kpts/SR.120/M/2005 tentang pelepasan bengkuang varietas Kota Padang sebagai varietas unggul, keunggulan dari bengkuang varietas Kota Padang adalah produktifitas tinggi, umur ganjah, umbi besar, rasa umbi manis, tekstur umbi renyah, kulit umbi mudah dilepas dari dagingnya dan mampu beradaptasi dengan baik di dataran rendah. Bengkuang varietas Kota Padang mempunyai umur mulai berbunga 57 - 59 hari setelah tanam, dengan umur panen 100-130 hari setelah tanam (Keputusan Menteri Pertanian, 2005).

Bengkuang varietas Kota Padang merupakan galur murni. Galur murni mempunyai gen yang homozigot, sehingga tidak ditemukan variasi genetik tanaman bengkuang di Kota Padang. Perlu adanya usaha untuk meningkatkan variasi genetik bengkuang Kota Padang. Peningkatan keragaman genetik tanaman bengkuang akan mempermudah usaha dalam menyeleksi tanaman untuk mendapatkan suatu tanaman dengan sifat yang diinginkan, seperti karakter tanaman yang memiliki panjang nodus yang pendek, dan mempunyai jumlah bunga yang sedikit. Tujuan untuk mendapatkan karakter tanaman bengkuang yang

semi pendek dan jumlah bunga yang sedikit adalah mudah dalam perawatan, mengurangi kegiatan pemangkasan dan efisiensi lahan.

Usaha yang dilakukan untuk memperluas keragaman genetik tanaman adalah melalui mutasi induksi. Mutasi induksi bertujuan untuk merubah genetik tanaman dengan menggunakan mutagen (Ismachin, 1988). Menurut Micke *et al.*, (1990), pada pemuliaan tanaman mutasi induksi merupakan cara yang paling efektif untuk memperkaya plasmanutfah yang telah ada dan sekaligus untuk perbaikan kultivar. Pemuliaan mutasi dipandang lebih baik untuk perbaikan beberapa sifat saja dengan tidak merubah sebagian besar sifat tanaman aslinya yang sudah disukai dan relatif memerlukan waktu lebih singkat dalam proses pemurnian galur.

Mutagen atau alat mutasi artifisial dibedakan atas dua kelompok, yaitu mutagen kimia dan mutagen fisik. Mutagen fisik adalah radiasi ion yang meliputi sinar X, sinar gamma, neutron, partikel beta, partikel alfa, dan proton. Sinar gamma merupakan mutagen yang paling banyak digunakan dalam program pemuliaan tanaman karena memiliki energi dan daya tembus yang relatif tinggi dibanding lainnya. Dosis iradiasi yang digunakan untuk menginduksi keragaman sangat menentukan keberhasilan terbentuknya tanaman mutan. Menurut Broertjes dan Van Harten (1988), kisaran dosis radiasi sinar gamma pada berbagai jenis tanaman hias dan untuk tanaman anyelir kisaran yang telah dicobakan berada pada selang yang masih cukup lebar yaitu antara 25 - 120 Gy. Diana *et al.* (2011) menambahkan dosis efektif yang memberikan tingkat keragaman genetik yang tinggi pada tanaman kedelai varietas Agromulyo adalah iradiasi sinar gamma pada dosis 200 gy. Selanjutnya menurut Benny *et al.* (2015) dosis efektif yang memberikan keragaman genetik yang tinggi terhadap tanaman padi Beras Hitam, Sumatra Barat adalah dosis 200 gy.

Perlu dicari dosis efektif yang dapat menghasilkan keragaman yang besar pada bengkuang varietas Kota Padang, yang pada umumnya terjadi pada atau sedikit dibawah nilai LD₅₀ (*Lethal Dose 50*).

B. Rumusan Masalah

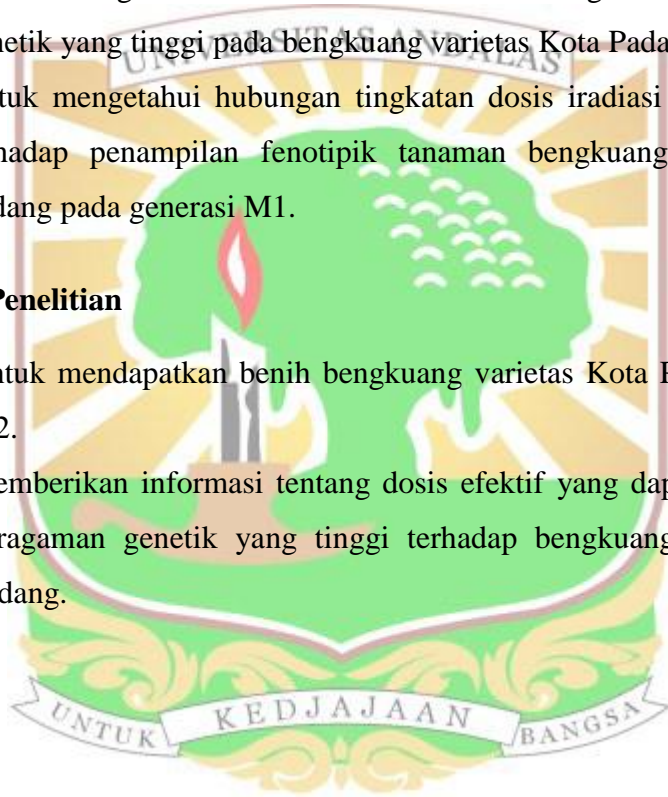
1. Dosis iradiasi berapakah yang efektif untuk menghasilkan keragaman (variabilitas) genetik pada bengkuang varietas Kota Padang?
2. Bagaimana hubungan tingkatan dosis iradiasi yang diberikan terhadap penampilan fenotipik tanaman bengkuang varietas Kota Padang pada generasi M1?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui dosis efektif dalam menghasilkan keragaman genetik yang tinggi pada bengkuang varietas Kota Padang.
2. Untuk mengetahui hubungan tingkatan dosis iradiasi yang diberikan terhadap penampilan fenotipik tanaman bengkuang varietas Kota Padang pada generasi M1.

D. Manfaat Penelitian

1. Untuk mendapatkan benih bengkuang varietas Kota Padang generasi M2.
2. Memberikan informasi tentang dosis efektif yang dapat memberikan keragaman genetik yang tinggi terhadap bengkuang varietas Kota Padang.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*)

Menurut Van steenis (2006), klasifikasi tanaman bengkuang adalah :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledone
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Pachyrhizus</i>
Spesies	: <i>Pachyrhizus erosus</i> L. Urban

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) merupakan spesies tanaman berasal dari Amerika tropis. Spesies *P.erosus* dibudidayakan secara luas di Mexico, Afrika, Asia dan Pasifik. Bengkuang *P.erosus* diduga diintroduksi dari Mexico ke Filipina pada abad ke-16 oleh bangsa Spanyol, kemudian menyebar ke seluruh kawasan Asia Tenggara. Spesies *P.ahipa* dan *P.tuberosus* dibudidayakan di Amerika Selatan yaitu di daerah pegunungan Andes dan lembah Amazon (Sorensen, 1996).

Tanaman bengkuang dapat tumbuh pada ketinggian 0 –1750 mdpl. Saat ini bengkuang banyak ditanam pada ketinggian 500–900 mdpl. Curah hujan bervariasi antara 250–500 mm dan tidak lebih dari 1500 mm per bulan. Suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman ini adalah 20 – 30 °C (Sorensen, 1998).

Menurut Wongsowijoyo (2014), tanaman bengkuang masuk ke Indonesia dari Manila melalui Ambon, dan sejak saat itulah bengkuang mulai dibudidayakan. Bengkuang umumnya lebih banyak dibudidayakan di daerah Jawa dan Madura atau di dataran rendah. Kota Padang, Sumatera Barat, merupakan salah satu daerah sentra bengkuang yang tersebar di beberapa kecamatan yaitu, Kecamatan Koto Tangah, Nanggalo, Kuranji dan Pauh. Menurut data BPS Padang (2014) tahun 2011 areal tanam bengkuang mencapai 128 Ha dengan rata-rata

produksi 190 kuintal/Ha (total produksi 2.432 ton/Ha). Tahun 2012, areal seluas 130 Ha dan produksi rata-rata 193 kuintal/Ha (total 2.509 ton/Ha).

Bengkuang Kota Padang merupakan varietas bengkuang yang berasal dari Kota Padang, Sumatera Barat dan sudah dilepas berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No.275/Kpts/SR.120/7/2005. Varietas ini memiliki produktivitas yang cukup tinggi, berumur genjah, umbi sedang, rasa manis, tekstur renyah, kulit mudah dilepas dari dagingnya, beradaptasi dengan baik di dataran rendah. Ciri-ciri yang diberikan oleh tim pengusul (Abrar Handy, Aprizul Nazar, Nur Efi, Yerlis Nur, Syafwan dan Yusran) bengkuang Kota Padang memiliki tipe batang merambat, bentuk batang silindris, warna batang hijau, bentuk daun delta, ujung daun runcing, tepi daun rata, permukaan daun datar sampai agak bergelombang, warna daun hijau, mulai berbunga pada umur 57-59 HST, umur panen umbi 100-130 HST, bentuk bunga seperti kupu-kupu dengan warna biru keunguan, bentuk umbi bulat agak pipih, dengan ukuran panjang 3,6-4,3 cm dan diameter umbi 5,8-9,1 cm. Warna kulit umbi putih sampai krem. Warna umbi putih, tekstur daging umbi renyah dan rasa yang manis. Berat umbi 130-253 g dan hasil 18-27 ton umbi per hektar (Keputusan Menteri Pertanian, 2005).

B. Morfologi Bengkuang

Tanaman bengkuang mempunyai umbi akar (cormus). Umbi berbentuk bulat atau membulat seperti gasing dengan berat dapat mencapai 5 kg. Pada bentuk liarnya, tanaman bengkuang berumbi banyak dan bentuknya memanjang. Namun setelah dibudidayakan, umbi bengkuang tumbuh tunggal dengan diameter antara 5-30 cm. Kulit umbi bengkuang bewarna coklat muda atau coklat tua atau gading sampai putih. Daging umbi bewarna putih atau kuning keputih-keputihan. Kulitnya mudah dikupas. Umbi yang masih muda berasa manis dan menyegarkan (Rukmana dan Yudirachman, 2014).

Daun tanaman bengkuang bersifat majemuk dan beranak daun tiga (*trifoliate*). Helaiian daun bercuping menjari atau utuh dengan tepi bergerigi. Letak daun bergantian, anak daun berbentuk bulat telur tepi rata, ujung runcing, pangkal tumpul, pertulangan menyirip, permukaan berbulu, panjang antara 7-10 cm, lebarnya 5-9 cm, dan bewarna hijau. Daunnya mengandung racun yang disebut

derris, berupa minyak tidak berwarna dan mudah menguap. Bunga bengkuang berkumpul dalam tandan di ujung atau diketiak daun, panjang tandan mencapai 60 cm. Bunga berbentuk lonceng, kelopak bunga berwarna kecoklatan dengan panjang sekitar 0,5 cm dan mahkota bunga berwarna putih ungu kebiru-biruan dengan panjang hingga 2 cm. Tangkai sari pipih dengan ujung sedikit menggulung dan kepala putik berbentuk bulat (Sorensen, 1998).

Buah bengkuang termasuk buah polong yang berbentuk pipih, dengan panjang 8-13 cm, memiliki rambut halus pada permukaan polongnya. Polong berisi 4-7 butir biji yang dipisahkan oleh sekat. Biji bengkuang berbentuk persegi membulat, biji pipih dan berwarna hijau kecoklatan atau coklat kemerahan (Rukmana dan Yudirachman, 2014).

C. Manfaat Bengkuang

Bengkuang mempunyai potensi sangat baik untuk dikembangkan karena manfaat dari tanaman bengkuang ini sangat banyak diantaranya umbi bengkuang mengandung inulin yang tidak dapat dicerna, inulin dapat diolah sebagai bahan makanan rendah kalori dan baik untuk kesehatan. Bengkuang mempunyai kadar air dan nutrisi yang tinggi. Nutrisi yang terkandung di dalam bengkuang ini adalah Vitamin C, sedangkan kandungan mineralnya adalah fosfor, besi dan kalsium (Astawan, 2010).

Inulin adalah salah satu jenis karbohidrat yang berserat pangan tinggi dan bersifat prebiotik yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Inulin larut dalam air dan tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan tetapi di fermentasi mikroflora kolon atau usus besar. Inulin memiliki beberapa manfaat, diantaranya yaitu menekan jumlah bakteri jahat atau bakteri patogen dalam usus, mencegah konstipasi atau sembelit, merangsang sistem daya tahan tubuh, membantu penyerapan kalsium, membantu mengatur metabolisme karbohidrat dan lemak. Inulin dapat menjadi alternatif pangan fungsional yang dapat meningkatkan kesehatan tubuh (Partomuan, 2004).

Menurut Sorensen (1996), bengkuang sebagai tanaman tuber-legum memiliki beberapa kelebihan yaitu : (i) hasil ubi dan stabilitas hasil yang tinggi, (ii) kandungan protein yang lebih tinggi dari tanaman ubi-ubian lainnya. dan (iii)

dapat meningkatkan kesuburan tanah (fiksasi N dan efisiensi P) dan memiliki daerah penyebaran ekogeografi yang luas.

D. Pemuliaan Mutasi

Pemuliaan tanaman merupakan ilmu pengetahuan terapan untuk memperbaiki sifat-sifat tanaman secara kualitatif dan kuantitatif. Dengan ditemukannya Hukum Mendel dalam ilmu genetika memberikan dasar yang kuat untuk berkembangnya pemuliaan tanaman sebagai ilmu pengetahuan. Pemuliaan tanaman secara konvensional masih menunjukkan sebagai metode utama dalam perbaikan kultivar tanaman di Indonesia. Namun demikian karena terbatasnya sumber genetik (*genetic resources*) yang digunakan sebagai tetua dalam persilangan, keadaan ini merupakan kendala dalam pemuliaan tanaman secara konvensional. Keragaman genetik yang besar akan memberikan keleluasaan dalam melakukan seleksi termasuk seleksike arah peningkatan produksi hasil. Tanaman yang terpilih dimurnikan sehingga menjadi galur murni yang siap digunakan sebagai bahan pemuliaan (*breeding materials*) pada program pemuliaan selanjutnya. Galur-galur murni yang telah terpilih tersebut dapat langsung masuk pada uji daya hasil, atau perlu perbaikan lagi dengan mengumpulkan sebanyak mungkin sifat yang diinginkan pada satu tanamn melalui persilangan antar sesame galur murni terpilih, atau mungkin perlu perbaikan beberapa sifat yang diinginkan melalui mutasi induksi (Sobrizal, 2008)

Menurut Harten (1998), mutasi adalah perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, dan gen). Teknik mutasi dapat digunakan sebagai teknologi alternatif dalam pemecahan masalah dalam perbaikan kultivar tanaman yang tidak dapat diatasi dengan teknik konvensional. Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman. Mutagen atau alat mutasi artifisial dibedakan atas dua kelompok, yaitu mutagen fisik dan mutagen kimia. Mutagen fisik adalah radiasi ion yang meliputi sinar X, sinar gamma, neutron, partikel beta, partikel alfa, dan proton. Sinar gamma sangat luas digunakan dalam pemuliaan tanaman. Radiasi dapat menyebabkan mutasi karena adanya tenaga kinetik yang tinggi membebani sel

sehingga dapat mengubah atau memperbaiki reaksi kimia yang mengakibatkan perubahan susunan kromosom.

E. Iradiasi Sinar Gamma

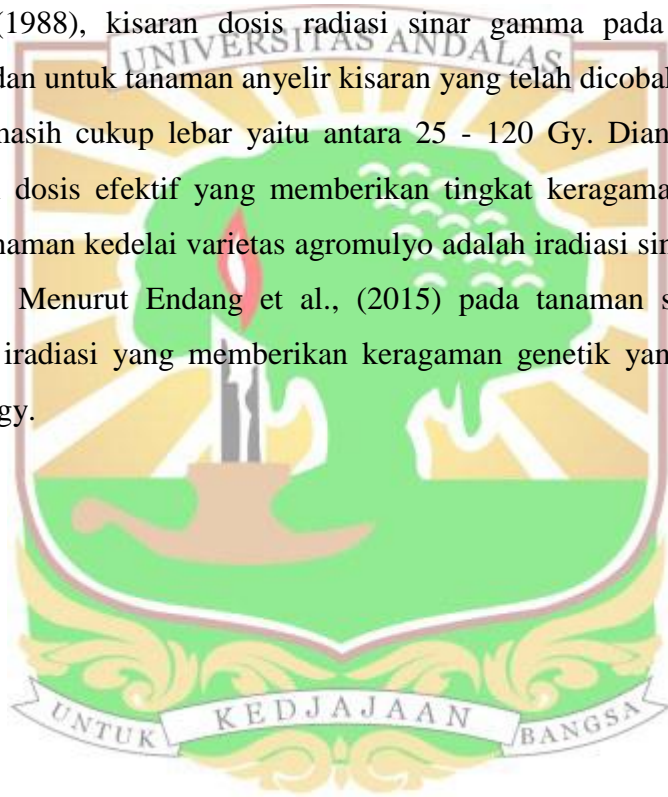
Sinar gamma adalah radiasi gelombang elektromagnet yang dihasilkan dari penggunaan senyawa radioisotope atau reactor nuklir. Dua sumber utama sinar gamma adalah cobalt-60 (^{60}Co) dan Cesium-137 (^{137}Ce). Sinar gamma merupakan mutagen yang paling banyak digunakan dalam program pemuliaan tanaman karena memiliki energi dan daya tembus yang relatif tinggi dibanding lainnya. Secara global sinar gamma telah terbukti paling efektif dan efisien dalam menghasilkan varietas mutan unggul berbagai jenis tanaman. Sejak tahun 1976 perolehan varietas tanaman hasil pemuliaan dengan teknik mutasi terus berkembang sangat pesat. Pada tahun 2000 tercatat lebih 2250 varietas mutan tanaman telah terdaftar pada database IAEA. Sebagian besar varietas mutan tanaman berasal dari benua Asia disusul Eropa dan Amerika. Negara yang paling produktif adalah China disusul India, Rusia, Belanda, USA dan Jepang. Varietas mutan tanaman didominasi oleh jenis tanaman biji-bijian (sereal) disusul kacang-kacangan, tanaman industri dan hortikultura. Khusus sereal, varietas mutan padi adalah yang paling banyak dihasilkan, disusul *barley* dan gandum (Maluszynski et al., 2000).

Bahan genetik yang akan diiradiasi umumnya adalah biji. Semakin banyak kadar oksigen dan molekul air (H_2O) dalam materi yang diiradiasi, maka akan semakin banyak pula radikal bebas yang terbentuk sehingga tanaman menjadi lebih peka. Radiosensitivitas dapat diukur berdasarkan nilai *lethal dose 50* (LD_{50}), yaitu tingkat dosis yang menyebabkan kematian 50% dari populasi tanaman yang diiradiasi. Dosis efektif dalam induksi mutasi yang menimbulkan keragaman dan menghasilkan mutan terbanyak biasanya terjadi di sekitar LD_{50} . Selain LD_{50} radiosensitivitas juga dapat diamati dari adanya hambatan pertumbuhan atau kematian (*letalitas*), mutasi somatik, patahan kromosom, serta jumlah, dan ukuran kromosom. Pada pemuliaan mutasi tanaman mutan hasil iradiasi, selain dilihat LD_{50} nya pada generasi M1, tanaman mutan juga dapat diidentifikasi pada tingkat

DNA dengan menggunakan marka molekuler seperti SSR, baik pada populasi M1 ataupun pada generasi berikutnya (Asadi, 2011).

Evektivitas radiasi yang diberikan kepada tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan, biologi, dan genetik. Faktor lingkungan seperti oksigen, kadar air, penyimpanan setelah penyinaran, dan temperature. Faktor biologi adalah volume inti dan kromosom pada interfase, dan faktor genetik yaitu adanya perbedaan kepekaan terhadap radiasi (Ismachin, 2007).

Dosis iradiasi yang digunakan untuk menginduksi keragaman sangat menentukan keberhasilan terbentuknya tanaman mutan. Menurut Broertjes dan Van Harten (1988), kisaran dosis radiasi sinar gamma pada berbagai jenis tanaman hias dan untuk tanaman anyelir kisaran yang telah dicobakan berada pada selang yang masih cukup lebar yaitu antara 25 - 120 Gy. Diana et al., (2011) menambahkan dosis efektif yang memberikan tingkat keragaman genetik yang tinggi pada tanaman kedelai varietas agromulyo adalah iradiasi sinar gamma pada dosis 200 gy. Menurut Endang et al., (2015) pada tanaman sorgum varietas Numbu dosis iradiasi yang memberikan keragaman genetik yang tinggi adalah pada dosis 70 gy.



BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2017. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pertanian dan UPT Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Iradiasi dengan sinar gamma dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional (PATIR BATAN) Pasar Jumat, Jakarta Selatan. Jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

B. Bahan dan Alat

Adapun bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah benih tanaman bengkuang hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis (0, 100, 200, 300, 400 dan 500 Gy), Polybag daun pisang, pupuk kandang, pupuk urea, pupuk TSP, pupuk KCL, pestisida, 1% IKI (Iodine Kalium Iodide). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, pancang, meteran, timbangan, kertas label, papan pengamatan, gembor, jangka sorong, *seedbed*, tali raffia, alat tulis, kuas kecil, mikroskop, object, kertas stensil, alumunium foil, tissue.

C. Metoda Dan Pelaksanaan Penelitian

1. Orientasi Dosis Iradiasi Efektif pada Fase *Seedling*

Orientasi dosis iradiasi merupakan skrining yang dilakukan untuk mendapatkan dosis iradiasi yang efektif dalam menghasilkan keragaman genetik. Dosis iradiasi yang diberikan adalah A = 0 Gy, B = 100 Gy, C = 200 Gy, D = 300 Gy, E = 400 Gy dan F = 500 Gy. Perkecambahan dilakukan didalam *polybag* yang terbuat dari daun pisang yang berisi media tanam topsoil dan kompos dengan perbandingan 1 : 1. Benih dari masing- masing perlakuan dosis iradiasi dikecambahkan sebanyak 60 benih per *seedbed* dengan 3 ulangan. Penempatan perlakuan percobaan berdasarkan RAL. Pengamatan yang dilakukan pada tahap ini adalah pengamatan nilai LD₅₀ dengan mengamati jumlah tanaman hidup. Denah penempatan *seedbed* dapat dilihat pada Lampiran 3.

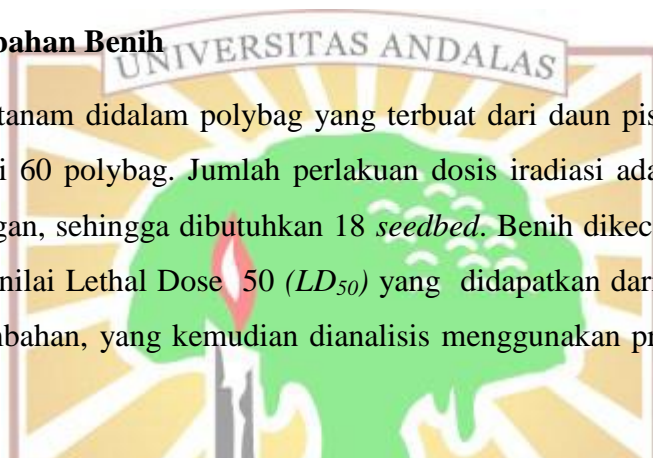
2. Orientasi Dosis Iradiasi Efektif di Lapangan

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mendapatkan benih yang akan dijadikan sebagai bahan populasi M2. Setelah didapatkan dosis efektif dari percobaan 1, kemudian dilakukan penanaman benih di lapangan. Benih yang ditanam adalah benih yang berada dikisaran dosis LD_{50} . Setelah benih berumur 15 HST benih dipindahkan ke lapangan. Penempatan plot percobaan berdasarkan RAL. Denah penempatan tanaman dapat dilihat pada Lampiran 3.

D. Pelaksanaan

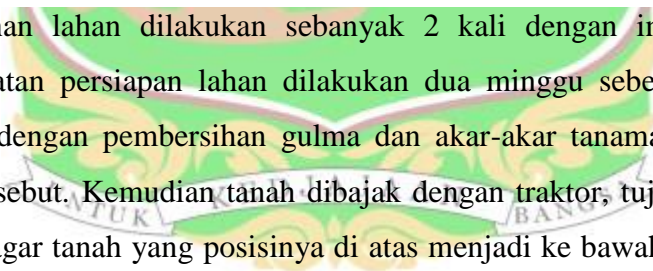
1. Perkecambahan Benih

Benih ditanam didalam polybag yang terbuat dari daun pisang, setiap *seed bed* terdiri dari 60 polybag. Jumlah perlakuan dosis iradiasi adalah 6 perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga dibutuhkan 18 *seedbed*. Benih dikecambahkan untuk mendapatkan nilai Lethal Dose 50 (LD_{50}) yang didapatkan dari data persentase daya perkecambahan, yang kemudian dianalisis menggunakan program *Curve-fit Analysis*.



2. Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan dilakukan sebanyak 2 kali dengan interval waktu 1 minggu. Kegiatan persiapan lahan dilakukan dua minggu sebelum penanaman yang dimulai dengan pembersihan gulma dan akar-akar tanaman yang tumbuh pada lahan tersebut. Kemudian tanah dibajak dengan traktor, tujuan pembajakan ini dilakukan agar tanah yang posisinya di atas menjadi ke bawah sehingga tanah mendapat sirkulasi udara dan sinar matahari serta proses pelapukan berjalan dengan baik. Setelah dilakukan pembajakan dibuat petak percobaan dengan ukuran 2,5 m x 2,1 m untuk memudahkan teknis pelaksanaan percobaan. Pupuk dasar (pupuk kandang) diberikan seminggu sebelum penanaman. Rekomendasi dosis pupuk kandang yang diberikan adalah 20 ton/ha.



3. Pemasangan Label dan Penanaman

Pemasangan label dilakukan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Pemasangan label dilakukan pada semua petakan percobaan sebelum penanaman. Pemasangan label berguna untuk mempermudah pengamatan. Setelah berumur 10 HST benih yang dikecambahkan dipolybag dipindahkan ke lapangan, penanaman kecambah di lapangan dilakukan dengan jarak tanam 30 x 25 cm, dengan jumlah tanaman 60 tanaman per petak percobaan. Dapat dilihat pada Lampiran 3.

4. Pemupukan

Pupuk yang diberikan adalah pupuk Urea, SP-36, dan KCL. Rekomendasi pupuk yang diberikan adalah Pupuk Urea 100kg/ha setiap petakan diberikan sebanyak 0,52 kg/petakan, pupuk KCl 75 kg/ha setiap petakan diberikan sebanyak 0,4 kg/petakan, dan Pupuk SP-36 75 kg/ha setiap petakan diberikan sebanyak 0,4 kg/petakan. Pupuk SP-36 dan KCl diberikan 2 minggu setelah tanam. Pupuk urea diberikan sebanyak 2 kali yaitu 2 minggu setelah tanam dan 50 hari setelah tanam. (Lingga, 2007)

E. Pemeliharaan

1. Penyiraman

Penyiraman dilakukan setiap hari bila tidak turun hujan. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan gembor. Penyiraman bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akan air oleh tanaman benkuang terutama pada saat awal pertumbuhan. Penyiraman dilakukan dari perkecambahan hingga panen.

2. Penyiangan

Penyiangan dilakukan dengan membersihkan gulma yang ada pada sekitar areal pertanaman dan dilakukan dengan mencabut dengan tangan.

3. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan jika terdapat hama atau penyakit yang merusak tanaman pada tanaman, dengan melakukan penyemprotan pestisida

sesuai dosis yang dianjurkan. Jenis pestisida yang digunakan tergantung pada gejala yang timbul pada tanaman.

4. Panen

Panen dilakukan secara manual dengan mengambil polong bengkuang dengan menggunakan gunting kemudian biji yang berasal dari satu tanaman dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label sesuai nomor individu tanaman tersebut. Adapun kriteria panen biji tanaman bengkuang ini adalah polong mulai berwarna coklat kehitaman.

5. Pasca panen

Setelah panen, benih dikering kadar airnya hingga 14 % agar dapat disimpan. Tujuan pengeringan kadar air benih adalah untuk penyimpanan benih dalam jangka panjang.

F. Pengamatan

1. Jumlah Tanaman Hidup

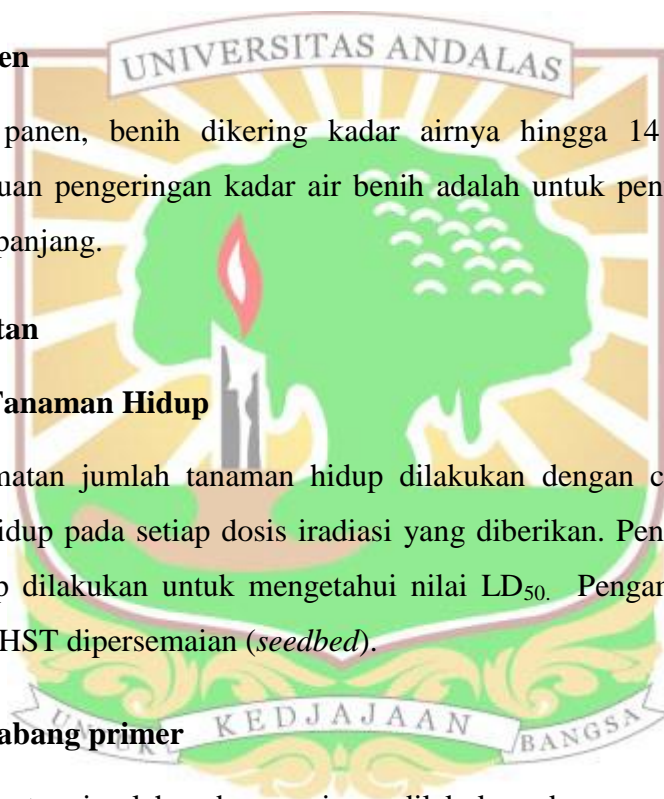
Pengamatan jumlah tanaman hidup dilakukan dengan cara menghitung benih yang hidup pada setiap dosis iradiasi yang diberikan. Pengamatan jumlah tanaman hidup dilakukan untuk mengetahui nilai LD₅₀. Pengamatan dilakukan pada umur 15 HST dipersemaian (*seedbed*).

2. Jumlah cabang primer

Pengamatan jumlah cabang primer dilakukan dengan cara menghitung jumlah cabang yang muncul dari batang utama. Pengamatan dilakukan saat tanaman bengkuang memasuki fase generatif.

3. Warna batang utama pada ketinggian 30 cm

Pengamatan warna batang utama pada ketinggian 30 cm diamati secara langsung dan kemudian dibandingkan dengan kertas *color chart*. Pengamatan dilakukan saat tanaman bengkuang memasuki fase generatif.



4. Warna daun pada ketinggian 30 cm

Pengamatan warna daun diamati secara langsung saat tanaman bengkung memasuki fase generatif. Pengamatan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut : 0 = tidak ada varigata, 1 = ada varigata dan 2 = hijau sangat terang, 3 = kuning-hijau, 4 = hijau, 5 = hijau kebiru-biruan, dan 6 = hijau sangat gelap). Warna daun diamati dengan menggunakan *colour chart*.

5. Umur berbunga

Umur berbunga ditentukan dengan cara menghitung lamanya hari yang dibutuhkan untuk munculnya bunga pertama. Kriteria bunga yang diamati adalah telah mekar satu bunga dari rangkaian bunga di dalam tanaman tersebut.

6. Viabilitas polen

Jumlah sampel diambil secara acak yaitu pada 5 tanaman untuk setiap dosis. Pengamatan polen viabel dilakukan dengan cara, panen bunga bengkung pada saat anthesis (sebelum jam 9.00 pagi) kemudian simpan di *box* pendingin dan bawa ke lab. Kemudian lakukan ekstraksi dengan memisahkan polen dari anther, setelah itu amati viabilitas pollen dengan cara meneteskan 1% IKI pada gelas objek kemudian letakkan pollen pada larutan tersebut dan diinkubasi selama 2 jam setelah itu amati dibawah mikroskop jika pollen berwarna ungu tua mengindikasikan pollen masih viable karena masih mengandung cukup pati, polen viable dihitung menggunakan rumus ;

$$\text{Viabilitas pollen} = \frac{\text{Jumlah polen terwarnai}}{\text{Jumlah polen yang diamati}} \times 100\%$$

7. Jumlah polong

Pengamatan jumlah polong dilakukan dengan cara menghitung jumlah polong yang berada disetiap individu tanaman bengkung. Pengamatan dilakukan pada saat panen.

8. Umur Panen Polong (hari)

Pada pengamatan umur panen, yang menjadi penentu adalah umur pada saat polong telah masak fisiologis, dengan ciri- ciri daun mulai rontok dan polong sudah mulai berwarna coklat kehitaman.

9. Tinggi Tanaman (cm)

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada saat setelah panen. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur panjang tanaman dari pangkal batang hingga ujung batang, pengamatan dilakukan menggunakan meteran.

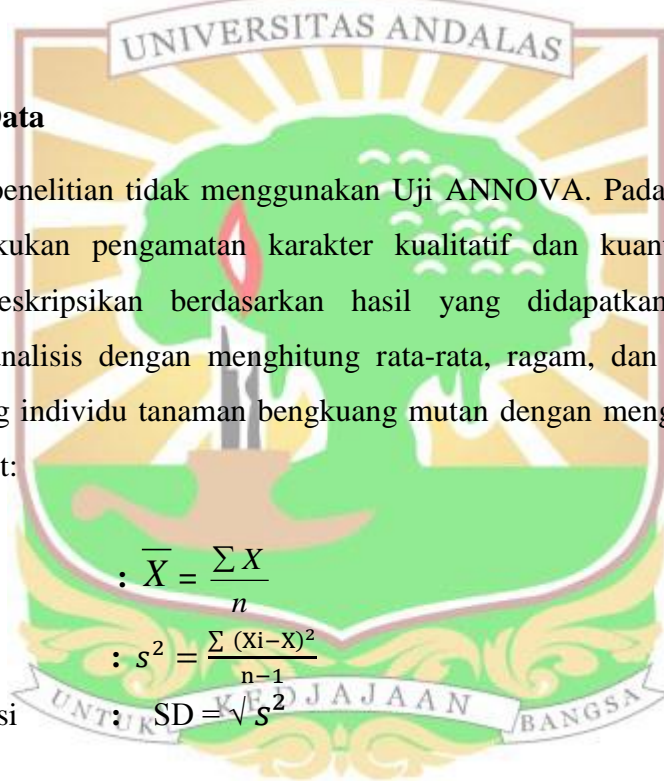
G. Analisis Data

Hasil penelitian tidak menggunakan Uji ANNOVA. Pada masing-masing tanaman dilakukan pengamatan karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif dideskripsikan berdasarkan hasil yang didapatkan dan karakter kuantitatif dianalisis dengan menghitung rata-rata, ragam, dan standar deviasi masing-masing individu tanaman bengkuang mutan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Rata-rata : $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$

Ragam : $s^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$

Standar Deviasi : $SD = \sqrt{s^2}$



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juli 2017 di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, dengan ketinggian tempat 325 meter dpl. Curah hujan di lokasi percobaan pada bulan Maret–Juli 2017 berkisar antara 265-460 mm per bulan, dengan rata-rata curah hujan 368,8 mm per bulan. Curah hujan tertinggi terdapat pada bulan Mei 2017 dan terendah pada bulan Juni 2017. Suhu bulanan berkisar antara 25,6-26,5 °C, suhu bulanan tertinggi terdapat pada bulan Maret 2017 dan terendah pada bulan Juli 2017, dengan rata-rata suhu 26,2 °C. Kelembaban nisbi berkisar antara 82-85%, kelembaban nisbi tertinggi terdapat pada bulan April 2017 dan terendah pada bulan Mei 2017, dengan rata-rata kelembaban nisbi 83,4%. Kondisi iklim selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 7.

Menurut Sorensen (1998), tanaman bengkuang dapat tumbuh baik pada suhu 20-30 °C. Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman bengkuang antara 50-85 % dengan curah hujan optimal yang diinginkan 250-500 mm/bulan. Dalam hal ini apabila dibandingkan dengan hasil pengamatan cuaca harian dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Minangkabau, cuaca bulan Maret sampai Juli 2017 sesuai dengan syarat tumbuh yang diharapkan tanaman bengkuang. Namun demikian pada bulan Mei terjadi peningkatan curah hujan dengan rata-rata 376 mm/bulan yang menyebabkan beberapa tanaman mati, hal ini disebabkan oleh lanjaran yang menopang tanaman bengkuang patah dan menyebabkan batang tanaman bengkuang layu dan mati. Pada pengamatan tanaman bengkuang di lapangan tidak ditemukan hama dan penyakit yang menyerang tanaman bengkuang.

B. Orientasi Dosis Iradiasi Efektif

Orientasi dosis iradiasi merupakan skrining yang dilakukan untuk mendapatkan dosis iradiasi yang efektif dalam menghasilkan keragaman genetik yang tinggi. Pengamatan daya perkecambahan dilakukan pada fase *seedling* umur

14 hari setelah ditanam di *seedbed*. Efek tingkatan radiasi yang diberikan dapat diamati dari persentase perkecambahan dan pertumbuhan bibit. Hasil yang diperoleh pada pengamatan perkecambahan benih bengkuang dapat dilihat pada Tabel 1.

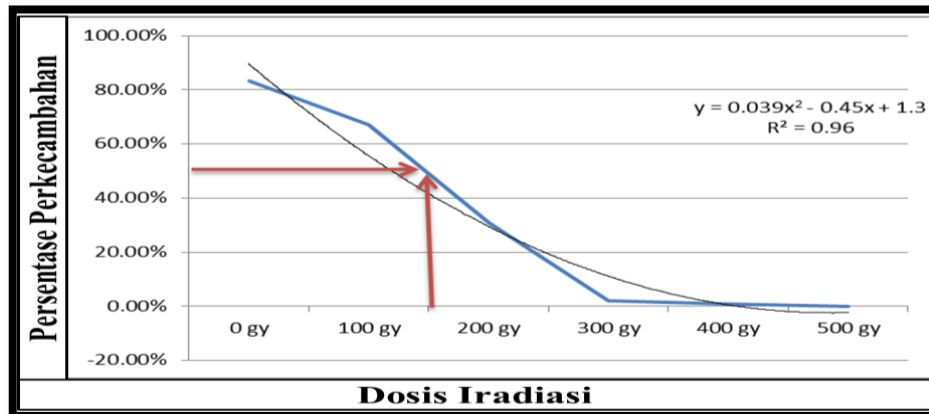
Tabel 1. Persentase perkecambahan benih bengkuang Varietas Kota Padang setelah diiradiasi dengan berbagai dosis.

Dosis Iradiasi (Gy)	Persentase Perkecambahan (%)
0	83.30
100	67.00
200	30.80
300	2.08
400	0.83
500	0.00

Pada Tabel 1 diketahui bahwa tingkatan dosis iradiasi yang diberikan memberikan respon perkecambahan yang sangat beragam. Pada dosis 0 gy dapat dilihat bahwa persentase perkecambahan benih sebesar 83.30 %, pada dosis 100 gy perkecambahan benih menurun dengan nilai 67 % dan semakin tinggi tingkatan dosis iradiasi yang diberikan maka persentase perkecambahan semakin menurun, bahkan pada dosis 500 Gy menyebabkan kematian sel pada benih. Kematian tanaman setelah iradiasi dapat terjadi karena adanya efek deterministik. Efek deterministik terjadi bila dosis yang diterima tanaman diatas dosis ambang (threshold dose) dan umumnya timbul beberapa saat setelah iradiasi. Tingkatan keparahan efek deterministik akan meningkat bila dosis yang diterima lebih besar dari dosis ambang. Tah (2006), menyatakan bahwa tingkat kematian meningkat secara linier seiring dengan meningkatnya dosis pada tanaman mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Hal ini sejalan dengan pendapat Alfi (2015), semakin meningkatnya dosis iradiasi memberikan respon yang sangat nyata terhadap reduksi persentase perkecambahan benih padi yang diiradiasi. Bahkan dosis iradiasi 500 Gy juga menyebabkan kematian benih padi.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat radiosensitivitas suatu tanaman terhadap iradiasi sinar gamma. Radiosensitivitas merupakan tingkat sensitivitas tanaman terhadap radiasi. Tingkat radiosensitivitas antar genotype dan kondisi tanaman saat diiradiasi sangat bervariasi. Sensitivitas

terhadap radiasi dapat diukur berdasarkan nilai LD₅₀ (lethal dose 50) yaitu dosis yang menyebabkan kematian 50% dari populasi tanaman yang diiradiasi (Van Harten, 1998; Datta, 2001). LD₅₀ pada tanaman bengkuang hasil iradiasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Persentase Perkecambahan Benih Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi Pada Umur 14 HST.

Dari pengamatan fase perkecambahan diperoleh persamaan matematis dimana $y = 0.039x^2 - 0.45x + 1.31$ dengan $r = 0.96$ sehingga LD₅₀ diperoleh pada dosis 150 Gy (tanda panah merah) pada Gambar 1. Menurut Van Harten (1998), tinggi – rendahnya nilai LD₅₀ tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan air dan oksigen pada benih. Kadar oksigen dan molekul air (H₂O) dalam materi yang diiradiasi, akan mempengaruhi radiosensitivitas sel tanaman. Semakin tinggi kadar oksigen dan molekul air (H₂O) berada dalam materi yang diiradiasi, maka semakin banyak pula radikal bebas yang terbentuk sehingga materi semakin sensitif. Menurut Ismachin (2007), efektifitas radiasi yang diberikan kepada tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan, biologi, dan genetik. Faktor lingkungan seperti oksigen, kadar air, penyimpanan setelah penyinaran, dan temperature. Faktor biologi adalah volume inti dan kromosom pada interfase, dan faktor genetik yaitu adanya perbedaan kepekaan terhadap radiasi. Menurut Ahnstrom (1977), aktifitas mematikan dari radiasi pengion terhadap sel mengakibatkan hilangnya aktifitas mitosis, sehingga mengakibatkan hilangnya sejumlah materi genetik. Hal ini mempengaruhi laju perkecambahan dan pertumbuhan bibit dan bahkan dapat menyebabkan kematian.

Hasil pengamatan bibit bengkuang pada seedbed umur 14 HST menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit sejalan dengan jumlah bibit yang berkecambah. Semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan maka semakin rendah tinggi bibit bengkuang (Tabel 2). Bahkan pada dosis 300 - 500 Gy menyebabkan benih tidak mampu tumbuh dan menyebabkan kematian (Gambar 2).

Tabel 2. Rataan Dan Nilai Ragam Tinggi Bibit Bengkuang Pada Berbagai Dosis Iradiasi Umur 14 HST.

Dosis Iradiasi (gy)	Tinggi Bibit (cm)
0	22.20 ± 3.2
100	16.50 ± 2.1
200	9.01 ± 3.7
300	7.60 ± 0.7

Keterangan : Angka setelah ± merupakan nilai standar deviasi



Gambar 2. Respon Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi Pada Umur 14 HST.

Pada dosis iradiasi 100 gy dapat terlihat bahwa terjadi persentase penurunan tinggi bibit bengkuang sebesar 25.6 %, dan pada dosis 200 gy penurunan tinggi bibit sebesar 59.4 %. Penurunan tinggi bibit tertinggi terdapat pada dosis iradiasi 300 gy sebesar 65.7 %. Hal ini sejalan dengan pendapat Warman *et al.*, (2015), yang menyatakan respon tinggi bibit dan panjang akar tanaman padi beras hitam lokal Sumatra Barat akan semakin menurun akibat besarnya dosis iradiasi, dan pendapat ini juga dibenarkan oleh Conger *et al.*, (1977), yang menyatakan bahwa perlakuan mutagen tertentu pada serealea memiliki korelasi dengan tinggi kecambah M1, daya kecambah M1 dan frekuensi

mutasi. Tingginya paparan iradiasi menyebabkan peningkatan laju reduksi tingkat pertumbuhan tanaman.

Efek perlakuan radiasi pengion dapat diamati langsung secara morfologis. Menurut Gaul (1977), kerusakan pada generasi M1 diakibatkan oleh perlakuan radiasi pengion. Pada umumnya kerusakan fisiologis tersebut lebih bersifat deskriptif dan dapat diamati langsung secara morfologis. Menurut Suzuki et al., 1993, perubahan fenotipik dari suatu tanaman diakibatkan oleh mutasi kromosom. Mutasi kromosom merupakan salah satu sumber keragaman genetik yang dapat menimbulkan perubahan fenotipik. Perubahan kromosom dapat berupa perubahan struktur kromosom atau perubahan jumlah kromosom, sehingga menyebabkan perubahan dalam jumlah atau susunan bahan genetik. Perubahan komposisi dan susunan kromosom yaitu seperti delesi, duplikasi, inversi, dan translokasi. Delesi atau defisiensi adalah pematahan kromosom yang mengakibatkan hilangnya bagian kromosom. Pematahan tersebut dapat diperbanyak dengan menggunakan mutagen kimia dan radiasi ionisasi, seperti sinar gamma. Perubahan lain disebabkan terjadinya duplikasi, yaitu penambahan segmen kromosom sehingga suatu bagian kromosom terdapat lebih dari dua kali dalam satu sel diploid yang normal. Inversi adalah perubahan struktur kromosom yang disebabkan oleh pematian kromosom yang diikuti dengan penyisipan kembali gen - gen pada kromosom yang sama dengan urutan terbalik. Perubahan struktur kromosom dapat juga disebabkan oleh translokasi bagian kromosom, yaitu suatu bagian kromosom pindah ke kromosom lain yang bukan homolognya.

Pada pengamatan orientasi dosis efektif di *seedbed* didapatkan dosis iradiasi efektif berkisar 150 gy. Benih bengkuang 150 gy juga ditanam di lapangan bersamaan dengan penanaman bibit bengkuang umur 14 HST. Jumlah benih bengkuang dosis 150 gy yang ditanam adalah 250 benih.

C. Penampilan Bengkuang pada Berbagai Dosis Iradiasi di Lapangan

Pada penanaman M1 di lapangan, tanaman mutan 1 (M1) dapat tumbuh dengan baik. Pengamatan yang dilakukan yaitu pada karakter kuantitatif dan kualitatif. Karakter kuantitatif adalah karakter yang dapat dibedakan berdasarkan nilai ukuran dan bukan jenisnya, atau karakter yang berhubungan dengan

pertumbuhan tanaman sedangkan karakter kualitatif adalah karakter yang berhubungan dengan penampilan morfologis dari tanaman. Pada tanaman bengkuang hasil pengamatan dan nilai standar deviasi karakter kuantitatif dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tinggi Tanaman, Jumlah Cabang Primer, Umur Berbunga dan Umur Panen Tanaman Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi.

Dosis Iradiasi (Gy)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Cabang Primer	Umur Berbunga (hari)	Umur Panen Polong (hari)
0	323.0 ± 16.2	2.0 ± 0.0	57.4 ± 2.0	84.7 ± 1.0
100	213.1 ± 94.5	1.8 ± 1.1	66.3 ± 2.4	91.8 ± 5.6
150	207.9 ± 85.2	2.1 ± 1.2	71.5 ± 5.0	97.8 ± 4.9
200	178.4 ± 106.5	2.2 ± 1.3	75.3 ± 6.5	105 ± 9.5
300	172.5 ± 64.0	2.0 ± 0.5	78.5 ± 2.2	108 ± 1.9

Keterangan : Angka setelah ± merupakan nilai standar deviasi

Perlakuan berbagai dosis iradiasi memberikan respon tinggi tanaman yang berbeda. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan kisaran rata-rata tinggi tanaman mutan adalah 71.9 hingga 307,6 cm. Sangat berbeda jika dibandingkan dengan tanaman kontrol yang memiliki tinggi tanaman lebih tinggi berkisar dari 306.8 hingga 339.2 cm. Pemberian tingkatan dosis iradiasi menyebabkan tinggi tanaman mengalami penurunan. Pada dosis iradiasi 100 gy penurunan tinggi tanaman berkisar 34.0 %. Pada dosis iradiasi 150 gy penurunan tinggi tanaman berkisar 55.4 % dan pada dosis iradiasi 200 gy penurunan sebesar 81.0 %. Penurunan tinggi tanaman bengkuang terbesar terdapat pada dosis 300 gy yaitu sebesar 87.2 %. Hasil penelitian yang sama juga dilaporkan oleh Tah (2006), yang menyatakan bahwa adanya penurunan tinggi tanaman kacang hijau akibat peningkatan dosis iradiasi yang diberikan. Pendapat ini juga dibenarkan oleh Diana (2010), yang menyatakan bahwa terjadi penurunan tinggi tanaman kedelai akibat peningkatan dosis iradiasi yang diberikan.

Pada pengamatan jumlah cabang primer diketahui bahwa tingkatan dosis iradiasi yang diberikan memberikan respon jumlah cabang primer yang tidak jauh berbeda dengan tanaman kontrol yaitu dua cabang. Hasil penelitian yang sama juga dilaporkan oleh Diana *et al.*, (2011), menyatakan bahwa jumlah cabang yang

terbentuk pada tanaman kedelai umumnya dua cabang pertanaman dan tidak jauh berbeda antara jumlah cabang tanaman kontrol dan tanaman hasil iradiasi.

Perlakuan dosis iradiasi menyebabkan kerusakan fisik yang dapat diamati secara langsung pada tanaman. Menurut Gaul (1977), Harten (1998) dan Ismachin (2006) pada generasi M1 kerusakan fisik yang terjadi merupakan akibat kelainan morfologi sebagai akibat dari kerusakan jaringan (kerusakan fisiologis). Kerusakan fisiologis tersebut terjadi sebagai akibat perlakuan iradiasi pengion pada umumnya merupakan kerusakan fisiologis yang lebih bersifat deskriptif. Pada proses iradiasi terjadi pembentukan radikal bebas yang bersifat dapat merusak dari system fisiologis dari tanaman. Namun kerusakan genetik pada populasi M1 belum dapat terlihat secara nyata karena sel meristem yang termutasi hanya merupakan bagian kecil dari keseluruhan sel-sel meristem.

Terdapat suatu masa peralihan dari fase vegetatif menuju fase generatif yang ditandai dengan munculnya bunga. Pada Tabel 3 diketahui bahwa tingkatan dosis iradiasi yang diberikan memberikan respon yang berbeda terhadap umur berbunga dan umur panen tanaman bengkuang. Persentase keterlambatan umur panen sejalan dengan persentase keterlambatan umur berbunga. Semakin dalam umur berbunga maka akan semakin dalam umur panen tanaman bengkuang. Pada dosis iradiasi 100 gy persentase keterlambatan umur berbunga sebesar 13.4 % dengan keterlambatan umur panen 7.7 %, pada dosis 150 gy persentase keterlambatan umur berbunga sebesar 19.7 % dengan keterlambatan umur panen sebesar 13.4 %, dan pada dosis 200 gy persentase keterlambatan umur berbunga sebesar 23.7 % dengan keterlambatan umur panen sebesar 19.3 %, persentase keterlambatan tertinggi terdapat pada dosis iradiasi 300 gy yaitu sebesar 27.3 % dengan keterlambatan umur panen sebesar 21.5 %. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Sobrizal (2007), yang menyatakan bahwa antara umur berbunga dan umur panen tanaman padi terdapat korelasi positif yang sangat nyata, dimana semakin dalam umur berbunga semakin dalam pula umur panen, sehingga umur berbunga dapat digunakan sebagai penciri umur panen. Lamanya tanaman berbunga akibat terjadinya perubahan genetik sebagai akibat dari mutasi induksi yang dilakukan.

Kerusakan fisik yang disebabkan oleh tingkatan dosis iradiasi juga dapat dilihat pada persentase viabilitas polen bengkuang dan polong bengkuang. Pengamatan viabilitas polen dan polong dapat dilihat pada Tabel 4.

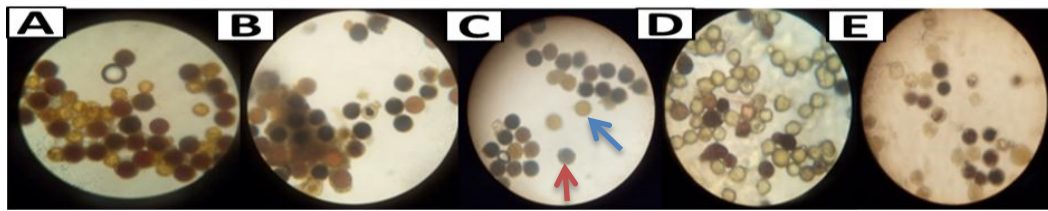
Tabel 4. Viabilitas Polen dan Jumlah Polong Tanaman Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi

Dosis Iradiasi (gy)	Viabilitas Polen (%)	Jumlah Polong (buah)
0	63 ± 3.1	55.4 ± 5.9
100	39.2 ± 1.5	37.9 ± 2.9
150	31.2 ± 0.9	41.1 ± 3.3
200	18.2 ± 0.6	32.5 ± 28.4
300	17.4 ± 1.1	31.2 ± 4.8

Keterangan : Angka setelah ± merupakan nilai standar deviasi

Polen merupakan jaringan hidup yang dapat mengalami kematian. Penurunan viabilitas polen terjadi selain akibat perlakuan iradiasi sinar gamma, juga dipengaruhi oleh faktor cahaya, suhu, kelembaban. Dan penyimpanan setelah diiradiasi (Ahnstroem 1977). Viabilitas polen merupakan kemampuan untuk hidup yang ditunjukkan oleh pertumbuhan atau gejala metabolisme. Tingkatan dosis iradiasi yang diberikan menyebabkan terjadinya penurunan viabilitas polen bengkuang, semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan maka penurunan viabilitas polen tanaman bengkuang akan semakin besar. Pada dosis iradiasi 100 gy penurunan viabilitas polen sebesar 60.7 %, pada dosis iradiasi 150 gy sebesar 50.4 % dan pada dosis iradiasi 200 gy penurunan viabilitas polen sebesar 71.1 %. Penurunan viabilitas polen terbesar terdapat pada dosis iradiasi 300 gy yaitu sebesar 72.3 %. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Linda (2011), Iradiasi sinar gamma dapat menurunkan viabilitas polen kelapa Genjah Salak serta dapat menyebabkan perubahan kromosom polen. Semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan menyebabkan viabilitas polen kelapa Genjah Salak semakin menurun. Dosis lethal (LD_{50}) polen kelapa Genjah Salak berada pada selang dosis 5-10 gy. Pada dosis letal (LD_{50}) 5-10 gy viabilitas polen kelapa Genjah Salak menurun setengahnya, dari persentase viabilitas polen yang semula 31% menjadi 19-14%.

Tingkatan dosis iradiasi yang diberikan memberikan efek penampilan viabilitas polen bengkuang yang beragam. Penampilan viabilitas polen setelah iradiasi berbagai dosis dapat dilihat pada Gambar 3.

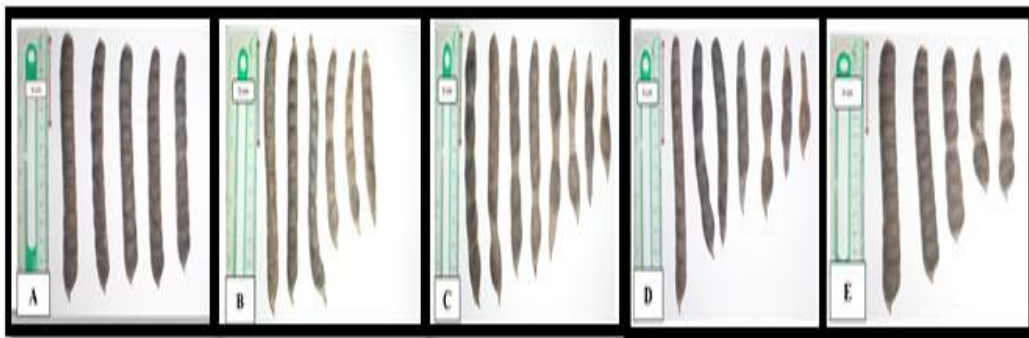


Keterangan : A = 0 gy, B = 100 gy, C = 150 gy, D = 200 gy, dan E = 300 gy, panah merah = polen viabel, panah biru = polen non viabel

Gambar 3. Viabilitas Polen Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi Pada Perbesaran 400x.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa tingkatan dosis iradiasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap viabilitas polen bengkuang, semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan maka viabilitas polen akan semakin menurun ini terlihat dari perbandingan jumlah polen yang terwarnai dan tidak terwarnai. Polen yang *viable* adalah polen yang terwarnai atau berwarna ungu gelap yang ditunjukkan oleh panah merah, sedangkan yang tidak terwarnai itu merupakan polen yang sudah tidak *viable* yang ditunjukkan oleh panah biru.

Bunga bengkuang akan berkembang membentuk polong. Pada pengamatan jumlah polong, tingkatan dosis iradiasi yang diberikan memberikan respon yang berbeda terhadap penampilan dan jumlah polong tanaman bengkuang. Perbedaan dan penampilan polong dapat dilihat pada Gambar 4.



Ket : A = dosis 0 gy, B = dosis 100 gy, C = dosis 150 gy, D = dosis 200 gy, E = dosis 300 gy

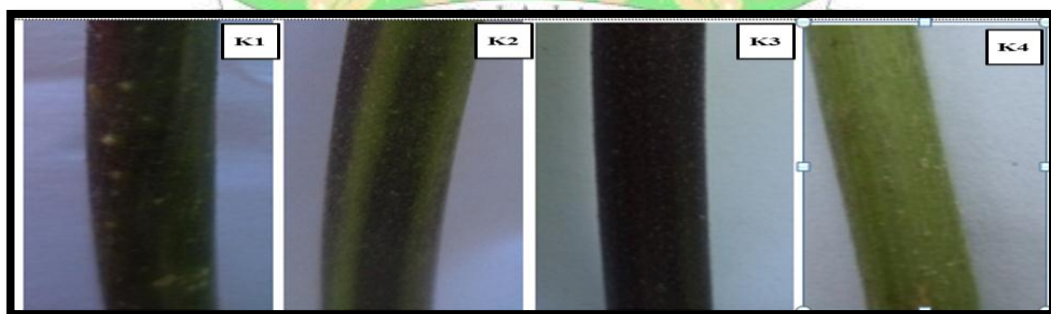
Gambar 4. Penampilan Polong Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi.

Peningkatan dosis iradiasi yang diberikan menyebabkan penurunan jumlah polong tanaman bengkuang. Pada dosis iradiasi 100 gy penurunan jumlah polong sebesar 46.1 %, pada dosis iradiasi 150 gy penurunan jumlah polong

bengkuang sebesar 34.7 %, pada dosis 200 gy penurunan jumlah polong sebesar 70.5 %. Penurunan tertinggi terdapat pada dosis 300 gy yaitu sebesar 77.6 %, dari hasil yang didapatkan dapat terlihat bahwa jumlah polong terbanyak terdapat pada dosis iradiasi 150 gy. Peningkatan jumlah polong juga terjadi pada penelitian Diana *et al.*, (2010) yang menyatakan jumlah polong terbanyak pada tanaman kedelai yaitu pada dosis penyinaran 150 gy. Hal ini juga dibenarkan oleh Tah (2006), yang menyatakan bahwa jumlah polong terbanyak pada tanaman kacang hijau yaitu pada dosis 150 gy.

Tujuan dari kegiatan mutasi adalah meningkatkan keragaman yang tinggi. Pada karakter tinggi tanaman, jumlah cabang primer, umur berbunga, umur panen, viabilitas polen dan jumlah polong menunjukkan bahwa keragaman terbesar didapatkan pada dosis iradiasi 200 gy. Pada dosis 200 gy tinggi tanaman M1 berkisar dari 71.9–284.9 cm, pada jumlah cabang primer berkisar 0.9–3.5, pada umur berbunga berkisar 62.3 – 88.3 HST, pada umur panen berkisar 86.0–191.0 HST, pada viabilitas polen berkisar 17.6–18.8 %, dan pada jumlah polong berkisar 4.0–60.9 buah. Hasil ini menunjukkan bahwa dosis efektif yang memberikan keragaman terbesar adalah pada dosis 200 gy.

Selain karakter kuantitatif pengamatan yang dilakukan juga pada karakter kualitatif tanaman bengkuang. Karakter kualitatif yang diamati yaitu karakter warna batang dan warna daun. Pengamatan warna batang dapat dilihat pada Gambar 5.

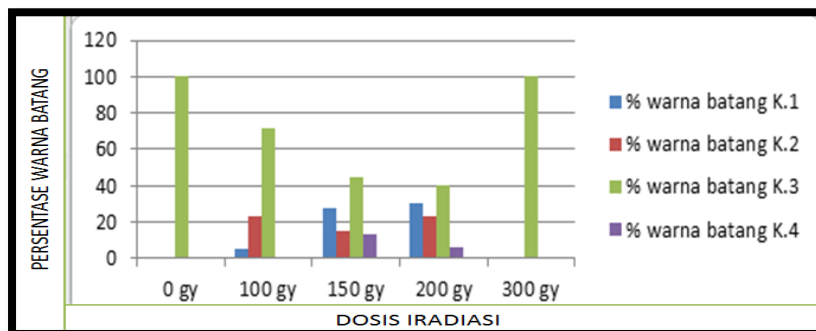


Ket : (K.1) coklat bergaris hijau, (2) Hijau bergaris coklat, (3) coklat, (4) hijau

Gambar 5. Keragaman Warna Batang Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi.

Pada Gambar 5 dapat diamati bahwa tingkatan dosis iradiasi yang diberikan menghasilkan 4 keragaman warna batang yaitu K1: Coklat bergaris hijau, K2:

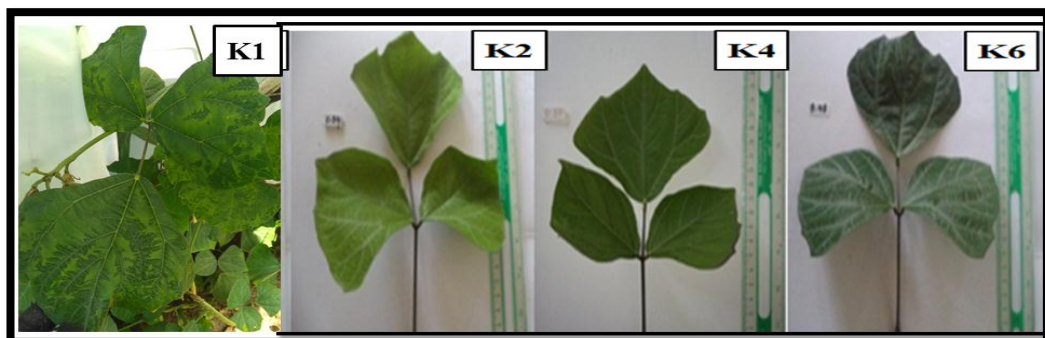
Hijau bergaris coklat, K3: coklat, dan K4: hijau. Persentase 4 keragaman warna batang masing-masing dosis iradiasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva Persentase Keragaman Warna Batang Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi.

Masing- masing dosis iradiasi memberikan respon yang berbeda terhadap warna batang tanaman bengkuang. Pada tanaman kontrol persentase warna batang yang dominan adalah warna coklat (K.3), pada dosis iradiasi 100 gy didapatkan persentase tertinggi yaitu pada kriteria warna batang (K.3) sebanyak 71.2 % dan terendah pada kriteria warna batang (K.1) sebanyak 5.3 %. Pada dosis iradiasi 150 gy didapatkan persentase tertinggi yaitu pada kriteria warna batang K.3 sebanyak 44.4 % dan terendah pada kriteria warna batang K.4 sebanyak 12.9 %. Pada dosis 200 gy didapatkan persentase tertinggi yaitu pada kriteria warna batang (K.3) dan terendah pada kriteria warna batang K.4 sebanyak 5.8 %. Pada dosis 300 gy sama dengan kontrol (Gambar 3).

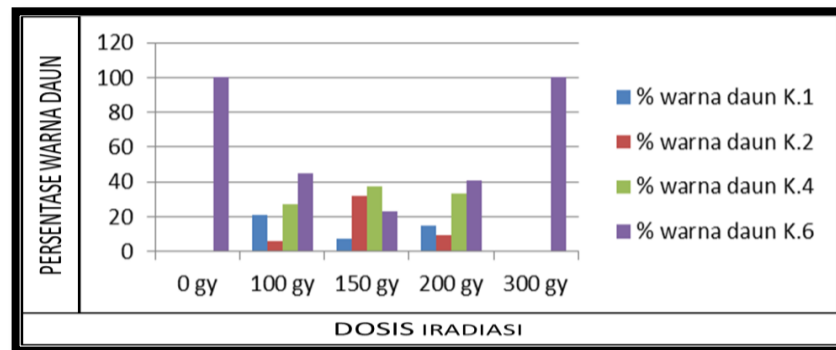
Efek tingkatan dosis iradiasi yang diberikan juga diamati pada karakter warna daun. Keragaman warna daun yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 7.



Ket : K1 = Varigata, K2 = Hijau Terang, K4= Hijau, K6 = Hijau Gelap

Gambar 7. Keragaman Warna Daun Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi.

Pada pengamatan warna daun tingkatan dosis iradiasi yang diberikan menghasilkan 4 keragaman warna daun yaitu K1: adanya varigata, K2: hijau terang, K4: hijau dan K6: hijau gelap. Persentase 4 keragaman warna daun masing-masing dosis iradiasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kurva Persentase Keragaman Warna Daun Bengkuang Berbagai Dosis Iradiasi.

Pada tanaman kontrol 100% warna daun adalah hijau gelap (K6). Pada dosis 100 gy kriteria warna daun tertinggi yaitu pada K6: 54.2 %, dan terendah pada K2: 6.3 %. Pada dosis 150 gy persentase tertinggi terdapat pada K4: 37.6 % dan terendah pada K1: 7.2%. Pada dosis 200 gy persentase tertinggi yaitu K6: 40.7 % dan terendah pada K2: 9.2 % untuk dosis 300 gy sama dengan kontrol yaitu 100 % hijau gelap (K6). Tingkatan dosis iradiasi yang diberikan memberikan respon warna daun yang lebih terang dibanding kontrol. Menurut Ratnasari (2007), perubahan warna daun menjadi lebih terang dapat disebabkan oleh mutasi yang mengakibatkan gangguan fisiologis pada sintesis klorofil yang mengakibatkan defisiensi klorofil.

Menurut Harten (1998) dan Abe *et al.*, (2002), mutasi klorofil tersebut merupakan indikasi terjadinya kerusakan genetik, yang ditandai dengan terbentuknya varigata pada daun. Falbel *et al.*, (1996), juga menambahkan Terjadinya perubahan warna klorofil daun (mutasi klorofil) tersebut disebabkan oleh terjadinya mutasi ekstrakromosomal yang mengakibatkan daun kekurangan klorofil. Menurut Swaminathan (1964) dan Ramezani *et al.*, (2014), klorofil tampaknya dikendalikan oleh banyak gen yang terletak pada beberapa kromosom, yang bias berdekatan dengan sentromer dan segmen proksimal kromosom.

Dengan adanya mutasi akibat mutagen fisik diduga terjadi delesi atau defisiensi pita DNA pada kromosom. Pengaruh defisiensi tersebut dapat merusak fungsi klorofil sehingga warna daun tidak terbentuk atau sedikit terbentuk. Pada pengamatan rata-rata nilai karakter warna daun, dosis iradiasi 0 hingga 200 memberikan nilai rata-rata yang semakin meningkat, namun pada dosis 300 gy nilai rata-rata mengalami penurunan.

Keragaman genetik yang tinggi sangat penting pada proses seleksi karena respon genetik untuk seleksi tergantung pada tingkat keragaman genetik (Hallauer 1987). Keragaman genetik merupakan suatu penanda genetik terbentuknya tanaman mutan. Menurut pendapat Ramezani *et al.*, (2014), menyatakan bahwa mutasi klorofil digunakan dalam evaluasi efisiensi mutagen dalam mendorong variabilitas genetik untuk perbaikan tanaman dan juga digunakan sebagai penanda genetik terbentuknya keragaman genetik.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang Evaluasi Penampilan Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) Generasi M1 Hasil Iradiasi Sinar Gamma dapat disimpulkan bahwa:

1. LD₅₀ (*Lethal dose*) benih bengkuang Varietas Kota Padang adalah pada dosis 150 gy.
2. Dosis iradiasi efektif yang memberikan kergaman genetik yang besar pada karakter tinggi tanaman, jumlah cabang primer, umur berbunga, umur panen, viabilitas polen dan jumlah polong adalah pada dosis iradiasi 200 gy.

B. Saran

Dari hasil penelitian dapat disarankan untuk melanjutkan penelitian evaluasi penampilan bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) pada Generasi M2 dosis 150 dan 200 gy.

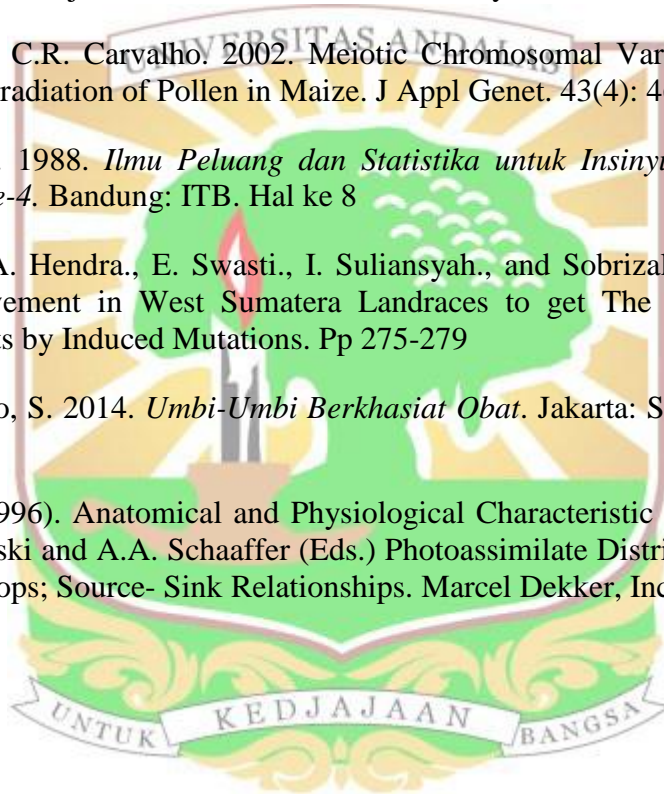


DAFTAR PUSTAKA

- Abe, T., T. S. Matsuyama., I. Sekido., S. Yamaguchi., Yoshida, and T. Kameya. 2002. Chlorophyll-Deficient Mutants of Rice Demonstrated the Deletion of a DNA Fragment By Heavy-Ion Irradiation. *J. Radiat. Res.*, 43 : SUPPL., p: 157-161
- Ahnstrom, G. 1977. *Radiobiology, In Manual on Mutation Breeding, 2nd. Ed.* IAEA, Vienna. Inc. 234 p
- Alfi, H. 2015. Perbaikan Genetik Padi Kultivar Lokal Sumatra Barat Melalui Mutasi Induksi. Universitas Andalas : Padang. 155 hal
- Asadi. 2011. *Peran Sumberdaya Genetik Pertanian Bagi Pemuliaan Mutasi.* Jakarta: Grafindo Persada. 257 hal.
- Astawan, M. 2009. *Antioksidan Tingkatkan Pamor Bengkuang.* Jakarta: Agromedia. 224 hal
- Badan Pusat Statistik. 2014. Padang Dalam Angka 2014. Dinas Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan Kota Padang. Padang. Hal ke 216-219.
- Boertjes, C. and A.M.V. Harten. 1988. Applied Mutation Breeding for Vegetatively Propagated Crops. Amsterdam. Elsevier. 345 p.
- Conger, B. V., C.F. Konzak., and R.A. Nilan. 1977. Radiation sensitivity and modifying factors. In *Manual Mutation Breeding 2nd Ed.* IAEA, Vienna : 87-97
- Crowder, L. V. 1986. *Plant Genetics (Terjemahan) Genetika Tumbuhan.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 499 hal.
- Diana S.H, Y. Trikoesoemaningtyas., Sudirman., dan W. Desta. (2011). Penggunaan Mikro Iradiasi Sinar Gamma untuk Meningkatkan Keragaman Genetik Pada Varietas Kedelai Agromulyo (*Glycine max (L) Merr*). Bogor : Institut Pertanian Bogor. Hal ke 80-85
- Endang G. L., dan S. Iswani. Dewi. 2015. Evaluasi dan Seleksi Galur Mutan Sorgum Manis Varietas Numbu Hasil Mutasi. Seminar Nasional Biologi II. Hal ke 11- 16.
- Falbel. T. G., J.B. Meehl, and A. Staehelin. 1996. Severity of Mutant Phenotype in a Series of Chlorophyll-Deficient Wheat Mutants Depends on Light Intensity and the Severity of the Block in Chlorophyll Synthesis. *Plant Physiol.* 112:821-832
- Gaul, H. 1977. Mutagen Effect in the First Generation After Seed Treatment. In *Manual on Mutation Breeding, 2nd. Ed.* IAEA, Vienna. Pp 23-28

- Hallauer, A.R. Maize. 1987. Di dalam : Fehr, W.R (Ed). Principles of Cultivar Development Crops Specie New York : Machmillan Publishing Company, A Division Macmillan Inc 2: 249-294.
- Harten, A.M.V. 1998. Mutation Breeding : Theory and Practical Application Cambridge University Press. Pp 06-11
- Herison, C., Rustikawati., H. Sujono., Sutjahyo., dan S.I. Aisyah. 2008. Induksi Mutasi Melalui Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Benih untuk Meningkatkan Keragaman Populasi Dasar Jagung (*Zea mays L.*). Jakarta: Akta Agrosia. Hal ke 57-62.
- Ismachin, M. 2007. Perkembangan Pemuliaan Mutasi di Indonesia. Diklat Pemuliaan Tanaman . FPAI BATAN. Jakarta. Hal ke- 11
- Keputusan Menteri Pertanian. 2005. Pelepasan Bengkulu Kota Padang Sebagai Varietas Unggul. Jakarta. Hal ke 65-68..
- Konzak, C. F., R.A. Nilan, J. Wagner and R.J Foster. 1965. Efficient Chemical Mutagenesis in the Use of Induced Mutation in Plant Breeding. Report of FAO/IAEA Technical Meeting, Rome, Italy. Pergamon Press. New York. Pp. 40-70
- Lingga, P. 2007. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya. 150 hal
- Maluszynski, M., L. Nichterlein., dan V. K Zanten., (2000). Officially Released Mutant Varieties. The FAO/IAEA database. Mutation Breeding Review Vol.12
- Partomuan. 2004. *Tumbuhan Indonesia sebagai Sumber Inulin*. Volume3. Jakarta. Hal ke 8-14.
- Ramezani, P., and A.D More. 2014. Induced Chlorophyll Muatation in Grasspea (*Lathyrus sativus Linn*). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 3(2) : 619-625
- Ratnasari. 2007. Evaluasi Keragaan Fenotipe Melati (*Jasminum spp.*) Hasil Iradiasi Berulang Sinar Gamma. Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. 38 hal.
- Ritonga W. 2010. *Pengaruh Induksi Mutasi Iradiasi Sinar Gamma Pada Padi, Cabe, dan Sorgum*. Faperta :IPB. 78 hal
- Rukmana, H.R dan H. Herdi. 2014. *Kiat Sukses Budidaya Bengkulu*. Yogyakarta: Lily Publisher. 152 hal
- Sobrizal. 2008. Pemuliaan Mutasi dalam Peningkatan Manfaat Galur-galur Terseleksi Asal Persilangan antar Sub-Spesies Padi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* Vol 4, No.1. Batan. Jakarta. Hal ke - 20

- Sorensen, M. 1988. Yam Bean *Pachyrhizus* DC. International Plant Genetic Resources Institute. Italy. 192 p
- Sorensen, M. 1996. *Yam Bean Pachyrhizus* DC. *Promoting the Conservation and Use of Under Utilised and Neglected Crops*. 2. IPGRI: Rome.143 p
- Swaminathan, M. S. 1964. A Comparison of Mutation Induction in Diploids and Polyploids. In. *The Use of Induced Mutations in Plant Breeding*. Rad. Mut. Organ. FAO/IAEA Vienna, 619-624.
- Tah, P.R. 2006. Studies on Gamma Ray Induced Mutations in Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Asian Journal of Plant Science*, 5(1):61-70
- Van, steenis C.G.G.j. 2006. *Flora*. Jakarta: PT Pradnya Pramita. 495 hal
- Viccini LF & C.R. Carvalho. 2002. Meiotic Chromosomal Variation Resulting from Irradiation of Pollen in Maize. *J Appl Genet*. 43(4): 463-469.
- Walpole, R.E. 1988. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan edisi ke-4*. Bandung: ITB. Hal ke 8
- Warman B., A. Hendra., E. Swasti., I. Suliansyah., and Sobrizal. 2010. Genetic Improvement in West Sumatera Landraces to get The Early Maturing Mutants by Induced Mutations. Pp 275-279
- Wongsowijoyo, S. 2014. *Umbi-Umbi Berkhasiat Obat*. Jakarta: Sagung Seto. Hal ke 2-7
- Zamski, E. (1996). Anatomical and Physiological Characteristic of Sink Cells. In E.Zamski and A.A. Schaaffer (Eds.) *Photoassimilate Distribution in Plants and Crops; Source- Sink Relationships*. Marcel Dekker, Inc. 581p



Lampiran 1. Jadwal kegiatan penelitian dari Bulan Maret sampai Juli 2017

No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan Lahan	■																			
2	Perkecambahan benih di seedbed	■	■	■																	
3	Penanaman M1 di lapangan		■	■																	
4	Pemeliharaan dan pengamatan M1				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Panen																				■
6	Analisi Data																				■



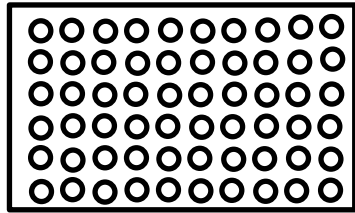
Lampiran 2. Karakteristik Bengkuang varietas Kota Padang

Asal Tanaman	: Padang Sumatera Barat
Golongan varietas	: galur murni
Tipe tanaman	: merambat
Bentuk batang	: silindris
Warna batang	: hijau
Bentuk daun	: delta
Ujung daun	: runcing
Tepi daun	: rata
Permukaan daun	: datar sampai bergelombang
Warna daun	: hijau
Ukuran daun	: panjang 3,8 – 4,4 cm; lebar 3,4 – 4 cm
Umur mulai berbunga	: 57 -59 hari setelah tanam
Umur panen umbi	: 100 – 130 hari setelah tanam
Bentuk bunga	: seperti kupu-kupu
Warna bunga	: biru keunguan
Bentuk umbi	: bulat agak pipih
Ukuran umbi	: panjang 3,6 – 4,3 cm; diameter 5,8 – 9,1cm
Warna kulit umbi	: putih sampai krem
Warna umbi putih	: putih
Testur daging umbi	: renyah
Rasa	: manis
Berat per umbi	: 130 – 253 g
Hasil	: 18 - 27 ton umbi per hektar
Keterangan	: beradaptasi baik didataran rendah, dengan tanah berpasir
Pengusul/Peneliti	: BPSB-TPH, Sumatera Barat / Abrar Handy, Aprizul Nazar, Nur Efi, Yerlis Nur, Syafwan dan Yusran

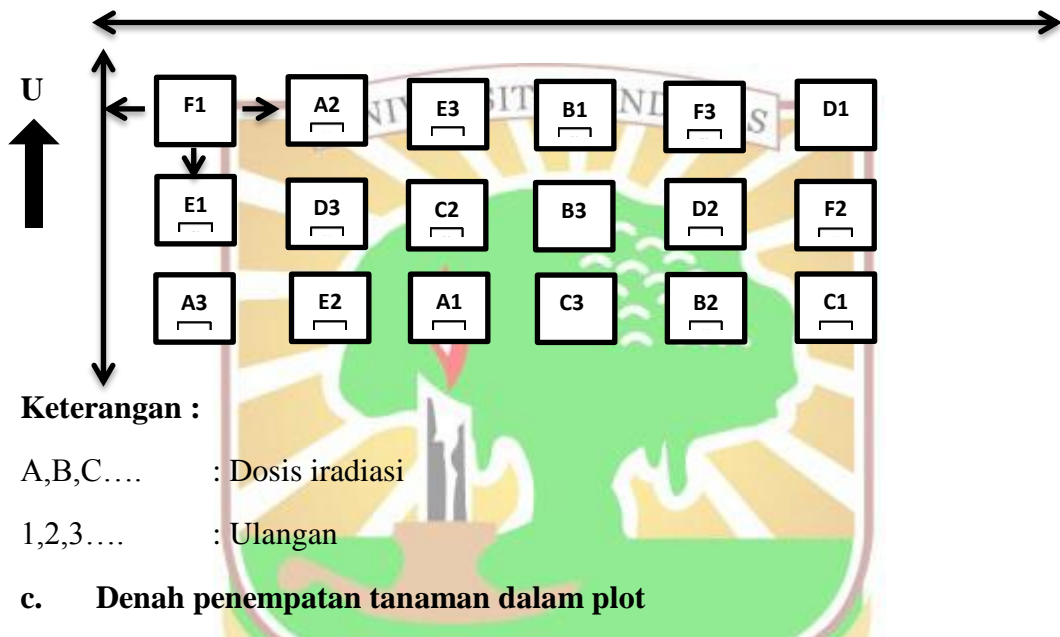
Sumber : Surat Keputusan Menteri Pertanian, 2005. Nomor 275/Kpts/SR.120/7/2005. Tanggal 14 Juli 2005. *Pelepasan Bengkuang Kota Padang Sebagai Varietas Unggul*. Jakarta. Hal ke 65-68

Lampiran 3. Denah penempatan plot percobaan

a. Denah penempatan benih di seedbed



b. Denah penempatan seedbed

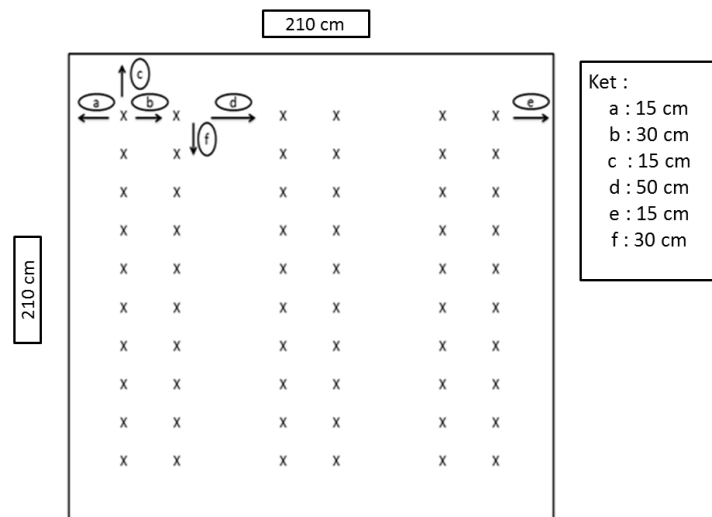


Keterangan :

A,B,C.... : Dosis iradiasi

1,2,3.... : Ulangan

c. Denah penempatan tanaman dalam plot



Lampiran 4. Perhitungan Kebutuhan Pupuk Pada Petak Percobaan

1. Kebutuhan pupuk kandang sapi per petakan

Diket : kebutuhan pupuk kandang sapi adalah 20 ton/hektar =
20.000.000 g/hektar

: 1 hektar = 10.000 m²

: luas petak percobaan 2,5 m x 2,1 m = 5,25 m²

Ditanya: kebutuhan pupuk kandang sapi per petakan ?

Jawab :

$$\frac{\text{kebutuhan pupuk ks per petakan}}{\text{luas petakan}} = \frac{\text{kebutuhan pupuk ks per petakan}}{\text{luas 1 hektar}}$$

$$: \frac{\text{kebutuhan pupuk ks per petakan}}{5,25 \text{ m}^2} = \frac{20.000.000 \text{ g}}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk kandang sapi per petakan} = \frac{20.000.000 \text{ g} \times 5,25 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk kandang sapi per petakan} = \frac{105.000.000 \text{ gm}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk kandang sapi per petakan} = 10.500 \text{ g}$$

2. Kebutuhan pupuk KCl per petakan

Diket : kebutuhan pupuk KCl adalah 75 kg/hektar = 75.000 g/hektar

: 1 hektar = 10.000 m²

: luas petak percobaan 2,5 m x 2,1 m = 5,25 m²

Ditanya: kebutuhan pupuk KCl per petakan ?

Jawab :

$$\frac{\text{kebutuhan pupuk KCl per petakan}}{\text{luas petakan}} = \frac{\text{kebutuhan pupuk KCl per petakan}}{\text{luas 1 hektar}}$$

$$: \frac{\text{kebutuhan pupuk KCl per petakan}}{5,25 \text{ m}^2} = \frac{75.000 \text{ g}}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk KCl per petakan} = \frac{75.000 \text{ g} \times 5,25 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk KCl per petakan} = \frac{393.750 \text{ gm}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk KCl per petakan} = 39,375 \text{ g}$$

3. Kebutuhan pupuk Urea per petakan

Diket : kebutuhan pupuk urea adalah 120 kg/hektar = 100.000 g/hektar

$$: 1 \text{ hektar} = 10.000 \text{ m}^2$$

$$: \text{luas petak percobaan } 2,5 \text{ m} \times 2,1 \text{ m} = 5,25 \text{ m}^2$$

Ditanya: kebutuhan pupuk urea per petakan ?

$$\text{Jawab : } \frac{\text{kebutuhan pupuk urea per petakan}}{\text{luas petakan}} = \frac{\text{kebutuhan pupuk urea per petakan}}{\text{luas 1 hektar}}$$

$$: \frac{\text{kebutuhan pupuk urea per petakan}}{5,25 \text{ m}^2} = \frac{100.000 \text{ g}}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk urea per petakan} = \frac{100.000 \text{ g} \times 5,25 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk urea per petakan} = \frac{525.000 \text{ gm}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Kebutuhan pupuk urea per petakan} = 52,5 \text{ g}$$

4. Takaran pupuk SP-36 perlakuan

Diket : kebutuhan pupuk SP-36 adalah 75 kg/hektar = 75.000 g/hektar

$$: 1 \text{ hektar} = 10.000 \text{ m}^2$$

$$: \text{luas petak percobaan } 2,5 \text{ m} \times 2,1 \text{ m} = 5,25 \text{ m}^2$$

Ditanya: dosis pupuk SP-36 perlakuan P3 ?

$$\text{Jawab : } \frac{\text{perlakuan P3}}{\text{luas petakan}} = \frac{\text{perlakuan P3}}{\text{luas 1 hektar}}$$

$$: \frac{\text{dosis pupuk SP-36 per petakan}}{5,25 \text{ m}^2} = \frac{75.000 \text{ g}}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Dosis pupuk SP-36 per petakan} = \frac{75.000 \text{ g} \times 5,25 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Dosis pupuk SP-36 per petakan} = \frac{393.750 \text{ gm}^2}{10.000 \text{ m}^2}$$

$$: \text{Dosis pupuk SP-36 per petakan} = 39,375 \text{ g}$$

Lampiran 5. Dokumentasi Tanaman Mutan



Penampilan Daun Varigata Pada Dosis 100 gy



Penampilan Daun Varigata Pada Dosis 200 gy



Tanaman mutan dosis 200 gy yang memiliki ketinggian 45 cm



Tanaman kontrol

Lampiran 6. Data Curah Hujan, Suhu, dan Kelembaban Harian Bulan Maret-Juli 2017.

- a. Data Hasil Pengamatan Curah Hujan Wilayah Padang Bulan Maret – Juli 2017

Bulan	Tanggal	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
Tanggal						
1	1	-	68	73	38	1
2	2	27	2	0	25	10
3	3	35	0	14	18	60
4	4	34	-	4	-	3
5	5	87	-	1	2	10
6	6	37	-	10	0	47
7	7	31	26	132	17	19
8	8	-	5	-	22	16
9	9	1	31	-	-	18
10	10	-	-	-	17	10
11	11	-	1	3	2	56
12	12	3	16	3	28	15
13	13	3	-	-	4	-
14	14	-	-	-	1	-
15	15	-	-	10	35	-
16	16	36	0	-	8	15
17	17	-	-	0	0	0
18	18	-	-	1	-	3
19	19	-	-	1	-	43
20	20	-	29	-	-	6
21	21	-	21	2	0	6
22	22	-	-	-	-	1
23	23	102	2	1	3	23
24	24	-	34	-	29	74
25	25	-	-	-	26	11
26	26	-	15	-	-	-
27	27	-	12	93	15	-
28	28	24	4	26	2	-
29	29	32		3	5	-
30	30	4		-	-	-
31	31	5		-		-
Jumlah	Jumlah	460	265	376	296	447
HH	C.H (mm)					

Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Meteorologi Minangkabau

b. Data Hasil Pengamatan Suhu Wilayah Padang Bulan Maret – Juli 2017

Bulan	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
Tanggal					
1	27.1	25.1	27.1	26.2	26.9
2	26.7	26.3	26.7	25.8	26.1
3	26.8	25.9	26.8	24.8	26.0
4	25.8	26.0	25.8	27.2	26.7
5	25.7	26.4	25.7	27.7	25.8
6	25.8	27.1	25.8	27.0	26.3
7	26.9	26.8	26.9	26.8	26.2
8	27.2	26.1	27.2	26.5	25.9
9	26.7	26.7	26.7	26.5	24.6
10	26.7	27.6	26.7	25.9	23.5
11	26.3	26.1	26.3	25.7	25.0
12	26.0	27.2	26.0	25.9	26.9
13	26.4	27.3	26.4	25.9	27.9
14	26.6	27.4	26.6	26.4	27.1
15	26.9	27.3	26.9	26.2	26.8
16	26.7	28.1	26.7	26.7	26.6
17	25.3	26.8	25.3	26.9	26.6
18	25.9	27.6	25.9	27.5	26.6
19	27.0	27.2	27.0	27.5	24.9
20	27.7	26.0	27.7	26.6	24.8
21	26.9	26.4	26.9	27.1	26.2
22	25.9	26.7	25.9	24.9	26.6
23	25.0	25.1	25.0	25.8	24.7
24	26.2	25.4	26.2	26.7	26.2
25	26.0	26.7	26.0	26.7	25.9
26	26.4	26.6	26.4	26.4	26.8
27	26.3	26.3	26.3	26.2	26.2
28	26.4	23.8	26.4	25.4	27.2
29	25.9		25.9	26.7	25.8
30	26.0		26.0	27.5	27.0
31	26.0		26.0		27.1
Rata - rata	26.4	26.5	26.4	26.4	26.2

Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Meteorologi Minangkabau

c. Data Hasil Pengamatan Kelembaban Wilayah Padang Bulan Maret – Juli 2017

Bulan Tanggal	Bulan	Mar-17	Apr-17	Mei-17	Jun-17
1	1	84	80	88	81
2	2	85	80	88	87
3	3	82	82	91	84
4	4	91	82	86	79
5	5	85	78	85	78
6	6	87	79	91	83
7	7	81	81	82	84
8	8	80	86	84	85
9	9	83	83	82	84
10	10	75	79	84	88
11	11	84	86	88	90
12	12	81	79	81	88
13	13	83	85	82	85
14	14	78	81	82	85
15	15	81	81	84	87
16	16	80	76	83	84
17	17	71	81	79	84
18	18	82	81	83	82
19	19	80	82	84	82
20	20	71	92	78	89
21	21	79	86	82	81
22	22	87	85	84	93
23	23	84	89	80	88
24	24	81	83	81	82
25	25	78	87	81	83
26	26	74	87	82	85
27	27	88	89	83	83
28	28	89	96	89	87
29	29	86		80	81
30	30	85		80	79
31	31	86		83	
Jumlah					
Rata 2	Rata-rata	82	83	83	84

Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Meteorologi Minangkabau

