

# Pemanfaatan Radiasi Gamma Co-60 untuk Pemuliaan Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) dengan Metode Mutagen Fisik

## Utilization of Gamma Co-60 Radiation for Chili Plant (*Capsicum annuum* L.) Breeding by Using a Physical Mutagen Method

Ni Made Purmita Sari<sup>1</sup>, Gusti Ngurah Sutapa<sup>1\*</sup>, A.A. Ngurah Gunawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email: [purmitasari@student.unud.ac.id](mailto:purmitasari@student.unud.ac.id); [\\*sutapafis97@unud.ac.id](mailto:*sutapafis97@unud.ac.id); [agung1962sp@yahoo.co.id](mailto:agung1962sp@yahoo.co.id)

**Abstrak** – Cabai merupakan salah satu jenis sayuran yang memiliki banyak manfaat serta disukai di Indonesia maupun di mancanegara. Manfaat cabai biasanya dipakai sebagai bumbu dapur serta dimanfaatkan dalam bidang kesehatan sebagai campuran obat-obatan herbal bahkan sebagai anti kanker. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia, produktivitas cabai per tanaman masih relatif rendah (0,20-0,33 kg/pohon atau 6,84 ton/ha bobot basah). Produktivitas tersebut masih jauh dari potensinya yang dapat mencapai 20 ton/ha, sehingga perlu adanya suatu usaha untuk peningkatan produktivitas. Peningkatan produktivitas cabai dapat dilakukan dengan pemuliaan tanaman. Pada penelitian ini telah dilakukan induksi radiasi gamma Co-60 dalam pemuliaan tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) dengan metode mutagen fisik. Jenis cabai yang digunakan adalah cabai merah (hot chili F1). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui dosis radiasi gamma Co-60 yang tepat untuk pemuliaan tanaman cabai merah. Dosis radiasi gamma yang digunakan yaitu 0 Gy sebagai kontrol, 50, 75, 100, 125 dan 150 Gy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis radiasi gamma yang tepat untuk pemuliaan tanaman cabai yaitu 75 Gy.

**Kata kunci:** Induksi radiasi, radiasi gamma Co-60, dosis radiasi, pemuliaan tanaman cabai, mutagen fisik

**Abstract** – Chili is one type of vegetable that has many benefits and is favored in Indonesia and abroad. The benefits of chili are used as a kitchen spice and are used in the health sector as a mixture of herbal medicines and even as anti-cancer. Based on data from the Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia, chili productivity per plant is still relatively low (0.20-0.33 kg/tree or 6.84 tons/ha, so there needs an effort for improvement of productivity. Increased chili productivity can be done by plant breeding. In this study has been carried out Co-60 gamma radiation in plant breeding of chili (*Capsicum annuum* L.) by physical mutagen method. The chili used is red chili (hot chili F1). The purpose of this study is to find out the right Co-60 radiation dose for chili plant breeding. The gamma radiation dose used is 0 Gy as a control, 50, 75, 100, 125 and 150 Gy. The results showed that the right radiation dose for chili plant breeding was 75 Gy.

**Key words:** Radiation induction, Co-60 gamma radiation, radiation doses, chili plant breeding, physic mutagen

### 1. Pendahuluan

Cabai merupakan tanaman dari anggota genus *Capsicum*, yang memiliki nama populer di berbagai negara [1]. Manfaat cabai biasanya dipakai sebagai bumbu dapur serta dimanfaatkan dalam bidang kesehatan sebagai campuran obat-obatan herbal bahkan sebagai anti kanker [2].

Produk hortikultura khususnya aneka cabai merupakan komoditas strategis yang masuk sebagai penyumbang inflasi dikarenakan produksinya yang belum merata sepanjang tahun. Produksi cabai nasional pada tahun 2013 mencapai 1.013 juta ton, produksi tersebut belum memenuhi kebutuhan cabai dalam negeri [3]. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia, produktivitas cabai per tanaman masih relatif rendah (0,20-0,33 kg/pohon atau 6,84 ton/ha bobot basah). Produktivitas tersebut masih jauh dari potensinya yang dapat mencapai 20 ton/ha, sehingga perlu usaha-usaha untuk peningkatan produktivitas [4]. Meningkatkan produktivitas cabai dapat dilakukan dengan pemuliaan tanaman [4]. Pemuliaan tanaman merupakan ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat

tanaman, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pemuliaan tanaman bertujuan untuk menghasilkan varietas tanaman dengan sifat-sifat seperti morfologi, fisiologi, biokimia dan agronomi yang sesuai dengan sistem budidaya yang ada dan tujuan ekonomi yang diinginkan [2].

Pemuliaan tanaman akan berhasil jika di dalam populasi tersebut terdapat banyak variasi genetik. Variasi genetik dapat diperoleh dengan cara induksi mutasi. Induksi mutasi adalah perubahan genetik yang disebabkan oleh usaha manusia salah satunya yaitu dengan bahan radioaktif [5]. Mutasi dapat menambah maupun mengurangi satu atau beberapa sifat baru tanpa mengubah keseluruhan sifat unggul yang dimiliki sebelumnya [6]. Pemuliaan tanaman secara mutasi dapat diinduksi dengan mutagen fisik atau mutagen kimia. Mutagen fisik adalah mutasi berupa bahan fisika, yang mana sumbernya berupa sinar alfa, beta dan gamma. Sedangkan mutagen kimia adalah mutasi yang mempunyai kemampuan untuk menyusup di antara basa nitrogen sehingga dapat mengganggu replikasi DNA [5]. Berdasarkan pemaparan di atas maka tujuan ini pemanfaatan dosis radiasi gamma Co-60 yang tepat untuk pemuliaan tanaman cabai merah (*hot chili F1*).

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Radiasi sinar gamma

Radiasi adalah emisi dan propagasi energi melalui materi atau ruang dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau partikel. Berdasarkan sifatnya, radiasi dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Bila berinteraksi dengan materi, radiasi pengion dapat menyebabkan ionisasi, sedangkan radiasi non pengion tidak menyebabkan ionisasi. Contoh radiasi pengion ialah radiasi ultraviolet, alpha, beta dan gamma. Untuk tujuan pemuliaan tanaman biasanya digunakan radiasi gamma. Radiasi gamma merupakan radiasi elektromagnetik yang membawa energi dalam bentuk paket-paket yang disebut foton [7]. Dari eksperimen diketahui sinar gamma tidak bermassa dan tidak bermuatan sehingga diberi notasi  ${}^0\gamma_0$  [8]. Pada umumnya radiasi gamma yang digunakan adalah hasil peluruhan inti atom Co-60 [9]. Co-60 dihasilkan dari reaksi inti antara Co-59 dengan neutron dalam reaktor, sesuai dengan persamaan 1.



Co-60 dalam keadaan tidak stabil, meluruh memancarkan dua sinar gamma dengan energi masing-masing sebesar 1,17 MeV dan 1,33 MeV dengan waktu paruh 5,27 tahun [10].

Suatu bahan yang terpapar radiasi akan menerima radiasi yang besarnya sebanding dengan lamanya paparan adalah radiasi. Besar radiasi yang diterima bahan tersebut dinamakan dosis radiasi [9]. Secara matematis dosis radiasi dituliskan pada persamaan 2.

$$D(\text{Gy}) = \dot{D}t \quad (2)$$

dengan D adalah dosis radiasi dalam Gy,  $\dot{D}$  adalah laju dosis dalam  $\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$  dan t adalah lama paparan radiasi dalam s [10].

### 2.2 Pemuliaan tanaman melalui induksi mutasi

Peran utama teknologi nuklir dalam pemuliaan tanaman adalah kemampuannya dalam menginduksi mutasi pada materi genetik (gen, DNA dan kromosom) [11]. Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman tanaman menggunakan mutagen dapat berupa mutagen fisik dan mutagen kimia. Mutagen fisik yang sering digunakan adalah ionisasi partikel alpha, beta dan radiasi gamma sedangkan mutagen kimia adalah sulphur mustard, etil metan sulfonat (EMS) [12].

Mutagen fisik bersifat sebagai radiasi pengion dan mampu menimbulkan ionisasi, melepas energi ionisasi ketika melewati atau menembus materi. Diantara mutagen fisik yang ada, sinar gamma yang paling banyak digunakan karena memiliki energi dan daya tembus yang lebih tinggi [13]. Energi dan daya tembus yang lebih tinggi dapat meningkatkan variabilitas genetik untuk menghasilkan mutan baru [12].

Radiasi gamma dapat menginduksi terjadinya mutasi karena sel terpapar energi radiasi tinggi, sehingga dapat mempengaruhi atau mengubah reaksi kimia sel tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur gen sampai perubahan pada kromosom tanaman [11].

Penggunaan dosis radiasi tergantung pada jenis tanaman, fase tumbuh, ukuran, kekerasan dan bahan yang akan dimutasi [11]. Pemberian dosis yang terlalu tinggi akan menghambat pembelahan sel yang menyebabkan kematian sel atau berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman, menurunnya daya tumbuh dari tanaman dan morfologi tanaman. Tetapi dosis radiasi yang terlalu rendah tidak cukup untuk memutasi tanaman karena frekwensi mutasi terlalu rendah [2].

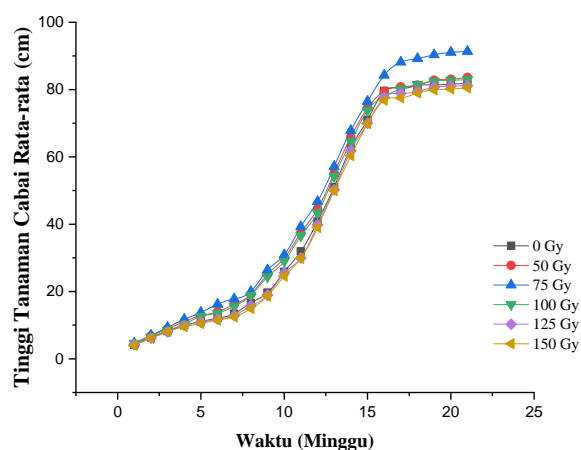
### 3. Metode Eksperimen

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah cabai merah (*hot chili* F1) disiapkan sebanyak 120 biji, masing-masing 20 biji sebagai kontrol dan paparan radiasi sebesar 50, 75, 100, 125 dan 150 Gy. Kemudian dilakukan penyinaran dengan irradiator IRPASENA dengan sumber Co-60. Biji-biji cabai disemai pada media tanam yang ditempatkan dalam *polybag* ukuran (5 x 15) cm<sup>2</sup>. Suhu dan kelembapan lingkungan diukur dan dicatat setiap hari hingga tanaman berbuah (pertama). Setelah cabai tumbuh dan berumur 1 bulan, tanaman dipindahkan ke *polybag* berukuran (17 x 30) cm<sup>2</sup> dan diisi bambu sebagai penyangga pertumbuhan batang cabai. Pada umur ini dilakukan pengukuran pertumbuhan fisiologi tanaman cabai berupa tinggi tanaman dan lebar daun diukur. Pengukuran dilakukan 1 kali seminggu sampai tanaman berbuah, yaitu berumur sekitar 6 bulan. Setelah tanaman berbuah dilakukan pengukuran fisiologi tanaman berupa jumlah buah, panjang buah dan massa buah. Dari hasil pengukuran fisiologi tanaman pada masing-masing sampel dapat ditentukan tanaman cabai yang memiliki pertumbuhan cepat dan menghasilkan buah paling banyak, sehingga dapat ditentukan dosis yang tepat untuk pemuliaan tanaman cabai.

Analisis statistik yang dilakukan yaitu *Analysis of Variance* (ANOVA) *single factor* dengan menggunakan program *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) versi 22 for Windows. Hipotesis yang dirumuskan yaitu H<sub>0</sub>: tidak ada pengaruh dosis radiasi terhadap pertumbuhan fisiologi tanaman cabai dan H<sub>a</sub>: ada pengaruh dosis radiasi terhadap pertumbuhan fisiologi tanaman cabai. Pengujian statistik dilakukan pada tingkat kepercayaan 95% (*p-value* = 0,05).

### 4. Hasil dan Pembahasan

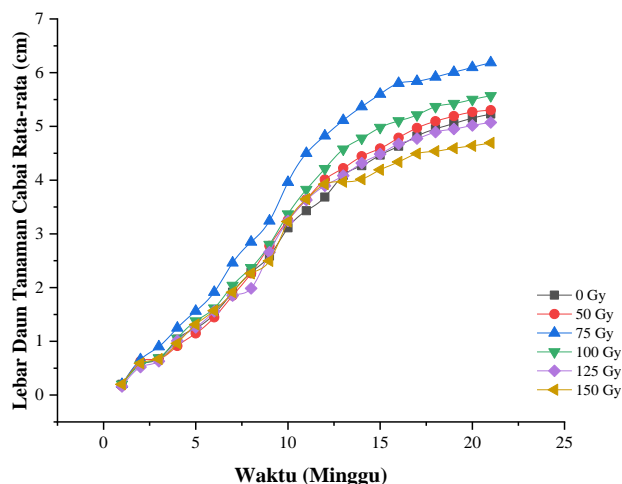
Gambar 1 menunjukkan data pertumbuhan tanaman cabai, yaitu perubahan tinggi tanaman terhadap waktu dalam satuan minggu. Dapat teramati pada semua kelompok perlakuan (kontrol, 50, 75, 100, 125 dan 150 Gy) bahwa sampai pada minggu ke-8 laju pertumbuhan masing-masing yaitu 1,61 cm/minggu, 2,00 cm/minggu, 2,19 cm/minggu, 1,94 cm/minggu, 1,50 cm/minggu dan 1,42 cm/minggu. Dari minggu ke-8 sampai ke-15, tanaman tumbuh lebih cepat yaitu masing-masing dengan laju 8,10 cm/minggu, 8,02 cm/minggu, 8,20 cm/minggu, 7,95 cm/minggu, 8,07 cm/minggu dan 8,08 cm/minggu. Dari minggu ke-15 sampai ke-21 tanaman tumbuh melambat, yaitu dengan laju masing-masing 1,34 cm/minggu, 1,31 cm/minggu, 2,16 cm/minggu, 1,40 cm/minggu, 1,50 cm/minggu dan 1,46 cm/minggu.



**Gambar 1.** Tinggi tanaman cabai rata-rata sebagai fungsi waktu.

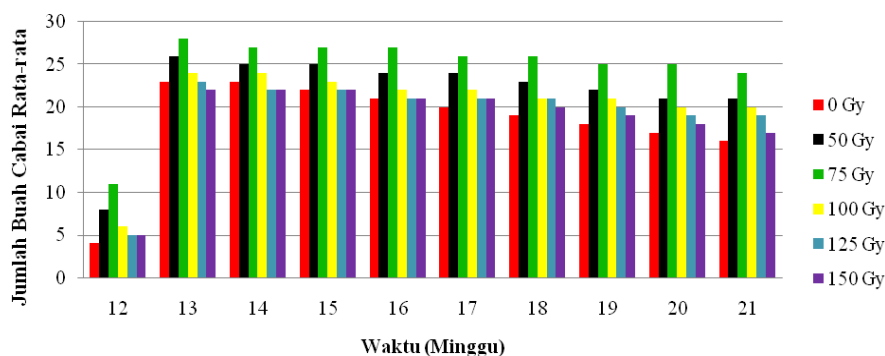
Dari Gambar 1 tampak secara visual bahwa laju pertumbuhan tanaman berbeda dan tanaman dari biji cabai yang diradiasi dengan dosis 75 Gy yang paling tinggi. Dari analisis statistik diperoleh bahwa tidak ada pengaruh pemberian radiasi gamma pada benih cabai terhadap pertumbuhan tanaman cabai.

Hasil rata-rata untuk lebar daun cabai seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa lebar daun tampak berbeda untuk setiap kelompok sampel. Laju pertumbuhan daun paling cepat terjadi pada sampel dengan pemberian dosis 75 Gy. Dari uji statistik diperoleh bahwa tidak ada pengaruh secara signifikan pemberian radiasi gamma pada biji cabai terhadap pertumbuhan daun tanaman cabai.



**Gambar 2.** Lebar daun tanaman cabai rata-rata sebagai fungsi waktu.

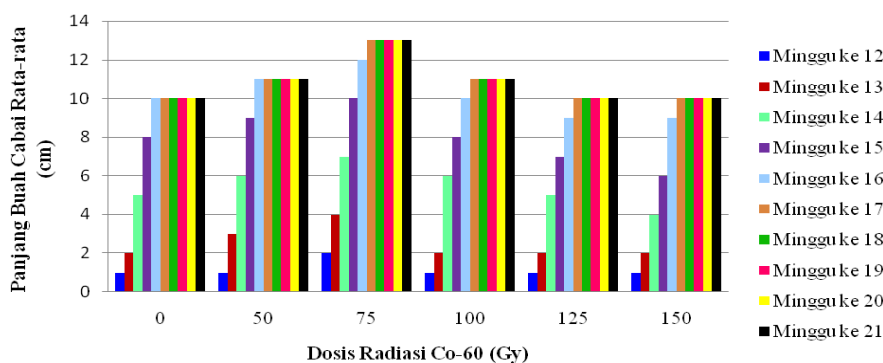
Selanjutnya, Gambar 3 adalah memperlihatkan jumlah buah yang dihasilkan setiap minggu sampai dengan minggu ke-21. Tampak bahwa cabai sudah mulai berbuah pada minggu ke-12. Tanaman cabai berbuah paling banyak pada minggu ke-13, kemudian turun secara perlahan. Pola tersebut terjadi pada semua kelompok sampel.



**Gambar 3.** Jumlah buah tanaman cabai rata-rata sebagai fungsi waktu.

Dari Gambar 3 teramati juga bahwa banyaknya buah yang dihasilkan oleh setiap kelompok sampel dengan paparan radiasi gamma pada benih cabainya berbeda satu sama lain. Paling menonjol perbedaan tersebut tampak pada benih cabai yang diberikan paparan radiasi gamma 75 Gy. Dari hasil uji statistik ANOVA diperoleh bahwa ada pengaruh secara signifikan pemberian radiasi gamma pada benih cabai terhadap jumlah buah yang dihasilkan.

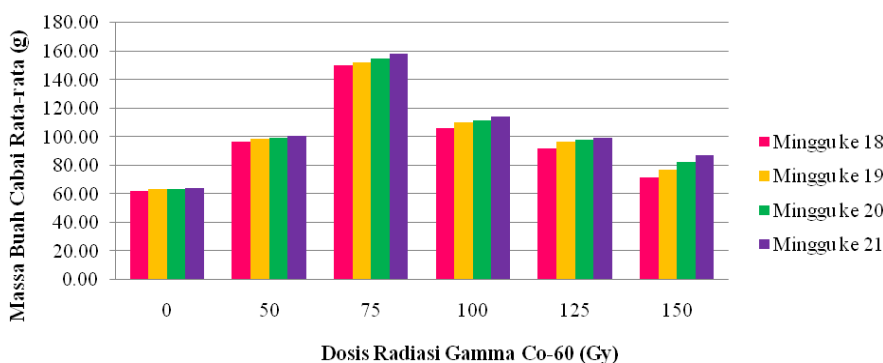
Efek dari radiasi gamma pada benih cabai terhadap panjang dari buah cabai ditunjukkan pada Gambar 4. Dapat teramati bahwa panjang buah yang dihasilkan hampir sama untuk pemberian radiasi gamma dengan dosis 0 (kontrol), 50, 100, 125 dan 150 Gy. Sementara itu, pemberian radiasi gamma 75 Gy pada benih menghasilkan buah yang lebih panjang. Namun demikian secara statistik perbedaan yang diperoleh tidak berbeda secara signifikan.



**Gambar 4.** Panjang buah cabai rata-rata, yang diperoleh pada minggu ke 12 sampai ke 21.

Gambar 5 memperlihatkan massa buah cabai yang dihasilkan untuk setiap kelompok sampel. Tampak dengan jelas adanya perbedaan massa yang dihasilkan, massa buah yang dihasilkan oleh tanaman yang benihnya dipapari radiasi gamma bertambah sampai pada dosis paparan radiasi gamma 75 Gy kemudian turun pada dosis radiasi gamma yang lebih besar. Grafik tersebut menunjukkan massa buah cabai merah paling tinggi terdapat pada perlakuan dosis radiasi gamma 75 Gy jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil uji statistik diperoleh bahwa ada pengaruh secara signifikan paparan radiasi gamma pada benih cabai terhadap massa buah yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dari tinggi tanaman, lebar daun, jumlah buah, panjang buah dan massa buah diperoleh hasil yang paling baik terjadi pada perlakuan dosis radiasi gamma 75 Gy. Jadi dosis radiasi gamma yang tepat untuk pemuliaan tanaman cabai merah adalah 75 Gy.



**Gambar 5.** Massa buah cabai rata-rata, yang diperoleh pada minggu ke 18, 19, 20 dan 21.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dosis radiasi gamma Co-60 yang tepat untuk pemuliaan tanaman cabai merah (*hot chili* F1) yaitu 75 Gy. Uji statistik ANOVA yang telah dilakukan diperoleh bahwa radiasi gamma Co-60 tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan fisiologis tanaman cabai merah (tinggi buah, lebar daun dan panjang buah), tetapi berpengaruh terhadap jumlah buah dan massa buah cabai yang dihasilkan.

## Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada pihak Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) BATAN Jakarta yang telah memberikan ijin dan fasilitas dalam melakukan penelitian dan kepada Bapak Ibu Dosen Fisika FMIPA Unud yang telah membimbing sampai terselesaikannya penelitian ini.

## Pustaka

- [1] Agustina S. dan Pudji Widodo, Hexa Apriliana Hidayah, *Analisis Fenetik Kultivar Cabai Capsicum annuum* L. dan Cabai Kecil *Capsicum frutescens* L. *Jurnal Scripta Biologica* vol. 1, no. 1, Maret 2014, p. 117.

- [2] Mubarok M. A., Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Co-60 terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*), *Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*, 2018, p. 3, 58.
- [3] Ayu D. K., Izmi Yulianah dan Respatijarti, Pendugaan Variabilitas dan Heritabilitas 18 Famili F5 Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*), *Jurnal Produksi Tanaman* vol. 5, no. 5, Mei 2017, p.726.
- [4] Aksuri F., Keragaman Genotipe dan Fenotipe Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Hasil Iradiasi Sinar Gamma, *Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Lampung Bandar Lampung*, 2017, pp. 1-2.
- [5] Sutapa G.N. dan I Gde Antha Kasmawan, Efek Induksi Mutasi Radiasi Gamma <sup>60</sup>Co Pada Pertumbuhan Fisiologis Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum L.*), *Jurnal Keselamatan Radiasi dan Lingkungan, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Udayana* vol. 1, no. 2, Desember 2016, p. 7.
- [6] Warid, N. Khumaida, A. Purwito, *et al.*, Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma pada Generasi Pertama (M1) untuk Mendapatkan Genotipe Unggul Baru Kedelai Toleran Kekeringan, *Jurnal Agrotop, Fakultas Pertanian Universitas Udayana*, vol. 7, no. 1, 2017, p. 12.
- [7] Akhadi M., Dasar-dasar Proteksi Radiasi, PT. Rineka, Jakarta, 2000, pp. 58-61.
- [8] Purwanti T., Gusti Ngurah Sutapa, Ni Luh Putu Trisnawati, Pengawetan Umbi Bawang Merah dengan Radiasi Gamma Co-60, *Jurnal Buletin Fisika*, vol. 14, no. 2, Agustus 2013, p. 57.
- [9] Putri F. N. A., Agustin Krisna Wardani dan Harsojo, Aplikasi Teknologi Iradiasi Gamma dan Penyimpanan Beku Sebagai Upaya Penurunan Bakteri Patogen pada Seafood, *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 2, April 2015, pp. 346-347.
- [10] Utami M.S.N., Aplikasi Teknologi Radiasi Gamma (Radioisotop Co-60) Untuk Proses Pengawetan Buah, *Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan ALam Universitas Negeri Semarang*, 2016, pp. 13-15.
- [11] Ari Kusuma Putra I.G.A.NG., I Gusti Ngurah Sutapa dan I Gde Antha Kasmawan, Pemanfaatan Radiasi Gamma Co-60 dalam Pemuliaan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum L.*), *Jurnal Buletin Fisika*, vol. 18, no. 1, Pebruari 2017, p. 13.
- [12] Sari L., Agus Purwito, Didy Sopandie, Ragapadmi Purnamaningsih dan Enny Sudarmanowati, Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma pada Pertumbuhan Kalus dan Tunas Tanaman Gandum (*Triticum aestivum L.*), *Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 18, no. 1, 2015, p. 45.
- [13] Ngurah Sutapa G., Ni Nyoman Ratini dan Gde Antha Kasmawan, Analisis Waktu Pemupukan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. parachinensis) dengan Teknik Perunut Radioaktif, *Jurnal Biologi*, vol. 20, no. 1, Juni 2016, p. 36.