

## PEMANFAATAN TEKNIK IRRADIASI SINAR GAMMA UNTUK MENINGKATKAN VIABILITAS BENIH SENGON

*The Utilization Gamma Rays Radition to Improve The Viability of Sengon Seed*

**Yulianti Bramasto, Putri, P.K. Zanzibar, M. Danu**

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan  
Jl. Pakuan Ciheuleut. Po Box 105 Bogor, Indonesia

**ABSTRACT.** *Sengon (Albizia falcataria ) is the most potential species that develop in community forest with agroforestry system. The problem of sengon plantation was the attack of pest and diseases, that influence the decrease of productivity of sengon. To increase the productivity of sengon can be start from the seed for example through increase the viability and vigor of seed. In seed crops, technique irradiation of gamma rays have been used as seed treatment to increase vigor and quality of seeds, but on forest seeds is still limited information. The purpose of this research is to analyze the effectiveness of the irradiation of gamma rays to increase viability of sengon seed. The research design was factorials in randomized completely design , which consist of 2 factors, first factor was the origin of seeds and second factor was the dosage of radiation. The results show that the origin of seed and dosage of gamma rays gave a significant responses to germination percentage(DB) and speed of germination (KCT). In general the irradiation of gamma rays can increase the germination percentage (DB) and speed of germination (KCT).. The increasing of DB and KCT start at dosage 5 Gy, and continue increase until 90 Gy. The viability of seed raise from 13.5 % - 50,9 % from control. The technique of gamma rays irradiation in low dosage can be used to increase viability and vigor of sengon seed.*

**Keywords :** *Albizia falcataria; germination percentage; irradiasi; speed of germination*

**ABSTRAK.** *Sengon (Albizia falcataria) merupakan salah satu jenis andalan di hutan rakyat, pada umumnya jenis ini ditanam menggunakan system agroforestry. Permasalahan pada tanaman sengon saat ini adalah banyaknya hama dan penyakit yang menyerang tegakan sengon, sehingga mengakibatkan menurunnya produktivitas. Peningkatan produktivitas dapat diupayakan sejak dari tingkat benih yaitu melalui peningkatan viabilitas dan vigor benih. Pemanfaatan teknik iradiasi sinar gamma digunakan sebagai seed treatment untuk meningkatkan vigor dan kualitas benih sudah banyak dilakukan pada benih tanaman pertanian, namun pada benih tanaman hutan masih terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas penerapan teknik iradiasi sinar gamma untuk meningkatkan viabilitas benih sengon. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Faktorial dalam Acak Lengkap, terdiri dari 2 faktor, yaitu asal benih dan faktor lainnya adalah dosis radiasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asal benih dan dosis sinar gamma berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah dan kecepatan berkecambah benih sengon. Secara umum menunjukkan adanya peningkatan dalam perkecambahan yaitu daya berkecambah (DB) dan kecepatan berkecambah (KCT) akibat pemberian perlakuan iradiasi dengan sinar gamma. Peningkatan DB dan KCT mulai terlihat pada dosis 5 Gy, dan terus meningkat hingga dosis 90 Gy. Daya Berkecambah benih meningkat antara 13,5 % – 50,9 % dari kontrol. Hal ini berarti teknik iradiasi sinar gamma pada dosis rendah dapat digunakan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih sengon.*

**Kata kunci :** *Albizia falcataria; daya berkecambah; iradiasi; kecepatan berkecambah*

**Penulis untuk korespondensi :** surel: yuli\_bramasto@yahoo.co.id

## PENDAHULUAN

Sengon (*Albizia falcataria*, Nielsen.) merupakan jenis andalan di hutan rakyat, hingga saat ini minat masyarakat untuk menanam sengon masih sangat tinggi, terutama petani hutan rakyat di Pulau Jawa. Permintaan kayu sengon masih cukup tinggi, karena industri yang berbahan baku kayu sengon berkembang cukup pesat. Petani hutan rakyat pada umumnya menanam sengon dengan menggunakan system agroforestry, yaitu memadukan tanaman berkayu dalam hal ini sengon dengan tanaman pertanian atau perkebunan dalam suatu lahan. Menurut ICRAF (2000) sistem agroforestri adalah suatu system yang dinamis, secara ekologi merupakan bentuk pengelolaan sumberdaya alam, yaitu integrasi antara tanaman kehutanan (pohon dan tanaman tinggi berkayu lainnya) dengan tanaman pertanian, menghasilkan produk beragam yang bernilai ekonomi, lingkungan maupun sosial.

Peningkatan produktivitas tegakan yang menjadi komponen dalam suatu system agroforestri tidak terlepas dari kualitas benih yang digunakan. Penggunaan benih berkualitas merupakan titik awal dari keberhasilan suatu tegakan. Permasalahan saat ini pada tegakan sengon adalah terjadinya penurunan produktivitas karena berbagai gangguan seperti hama dan penyakit, serta kualitas lahan yang menurun. Peningkatan produktivitas dapat diupayakan sejak dari tingkat benih yaitu melalui peningkatan viabilitas dan vigor benih. Viabilitas dan vigor benih menentukan mutu benih yang digunakan, yaitu mutu fisik dan fisiologik benih. Perbaikan mutu benih dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknik iradiasi sinar gamma, yaitu dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih (Piri *et al.*, 2011; Iglesias-Andreu *et al.*, 2012). Pemanfaatan teknik iradiasi sinar gamma digunakan sebagai seed treatment untuk meningkatkan vigor dan kualitas benih sudah banyak dilakukan pada benih tanaman pertanian, namun pada benih tanaman hutan masih terbatas.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas penerapan teknik iradiasi sinar gamma untuk meningkatkan viabilitas benih sengon.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah benih sengon yang berasal dari beberapa lokasi, yaitu Garut (Jawa Barat), Boyolali (Jawa Tengah), Kediri (Jawa Timur) dan Papua. Dosis iradiasi sinar gamma yang digunakan adalah 0 gray (kontrol), 5 gray, 10 gray, 15 gray, 30 gray, 45 gray, 60 gray, 75 gray, 90 gray, 105 gray dan 120 gray. Adapun alat yang digunakan mesin iradiasi, bak kecambah dan media perkecambahan. Penyinaran sinar Gamma dilakukan di Badan Tenaga Atom Nasional, sedangkan pengujian viabilitas dan vigor benih dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Faktorial Dalam Acak Lengkap, terdiri dari 2 faktor: Faktor A: Asal benih, terdiri dari 4 taraf (A1=Boyolali, A2= Kediri, A3= Garut dan A4= Papua) dan Faktor B: perlakuan dosis radiasi, terdiri dari 11 taraf (B0= 0 gy; B1=5 gy; B2=10 gy, B3=15 gy; B4=30 gray; B5=45gy; B6=60gy ; B7=75 gy; B8=90 gy; B9=105 gy dan B10=120 gy).

Benih yang telah diberi perlakuan iradiasi dikecambahkan pada bak kecambah dengan menggunakan media campuran pasir tanah (1:1v:v) yang disterilkan terlebih dahulu. Jumlah benih yang ditabur untuk setiap perlakuan adalah 4 ulang @ 100 butir benih. Pengamatan perkecambahan dimulai hari ke tujuh (7) setelah tabur, dan diamati setiap hari hingga benih tidak ada yang berkecambah lagi.

Respon pengamatan adalah pengamatan perkecambahan yaitu meliputi daya berkecambah (DB) dan kecepatan berkecambah (KCT). Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis varians untuk mengetahui variasi antar perlakuan dan asal benih. Apabila terdapat variasi maka analisis dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test –DMRT*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

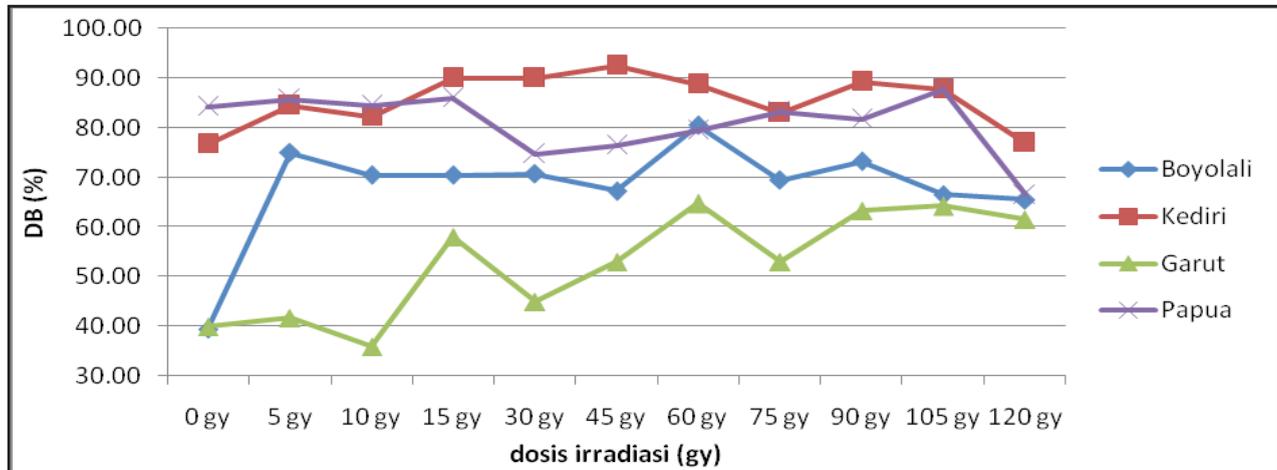
Hasil analisis ragam untuk daya kecambah (DB) dan kecepatan berkecambah (KCT) pada benih yang telah diradiasi dari 4 populasi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil analisis ragam benih pada berbagai tingkat dosis dari 4 populasi**

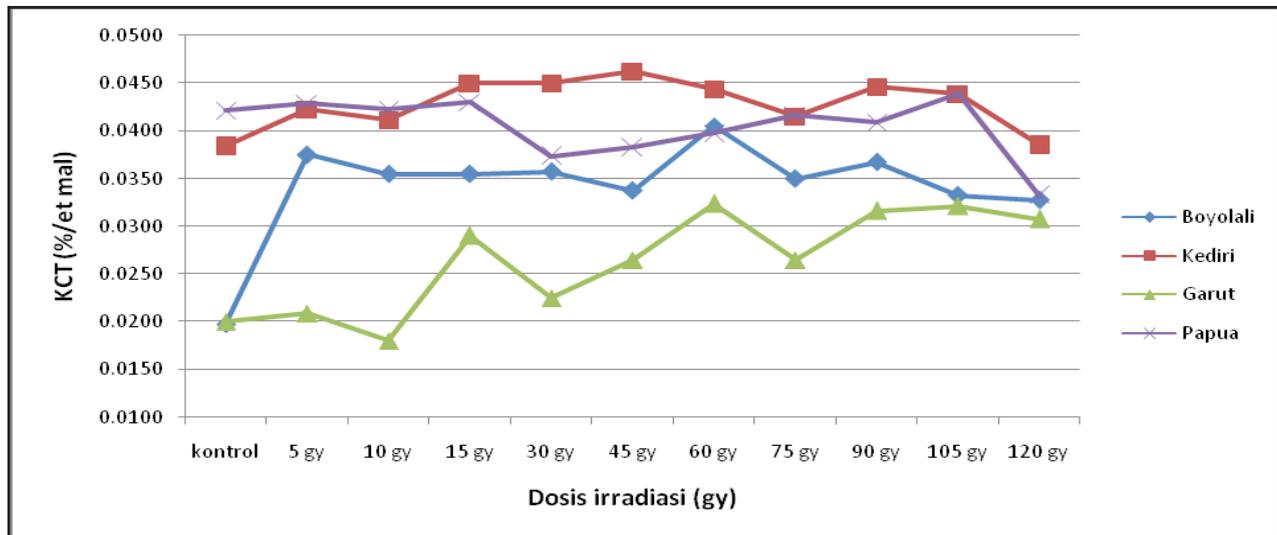
Sumber Keragaman	Respon	
	DB	KCT
Asal benih (A)	42.65*	42.47*
Perlakuan (B)	2.67*	2.69*
Interaksi (AB)	2.53*	2.53*

Hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa DB dan KCT dipengaruhi oleh asal benih, perlakuan irradiasi serta interaksi keduanya.

Untuk melihat respon DB dan KCT untuk setiap dosis irradiasi yang diterapkan pada setiap populasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2



Gambar 1. Daya Berkecambah benih dari setiap populasi pada berbagai dosis



Gambar 2. Kecepatan berkecambah benih dari setiap populasi pada berbagai dosis

Peningkatan DB dan KCT mulai terlihat pada dosis 5 gy untuk semua asal benih, baik Boyolali, Kediri, Garut maupun Papua. Namun peningkatan terbesar terlihat pada benih asal Boyolali (Gambar 1 dan 2), yaitu pada dosis 60 gy. Untuk melihat keragaman yang

disebabkan oleh interaksi antara asal benih dan dosis radiasi, maka dilakukan Uji Lanjut Duncan.

Hasil uji lanjut Duncan DB dan KCT akibat interaksi antara asal benih dengan perlakuan irradiasi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Uji Duncan DB dan KCT akibat interaksi asal benih dan dosis radiasi**

Interaksi	DB (%)	Duncan Grouping	Interaksi	KCT(%/etmal)	Duncan Grouping
A2B5	92.50	a	A2B5	0.046	a
A2B4	90.00	ab	A2B3	0.045	ab
A2B3	90.00	ab	A2B4	0.045	ab
A2B8	89.25	abc	A2B8	0.045	abc
A2B6	88.75	abcd	A2B6	0.044	abcd
A2B9	87.75	abcde	A2B9	0.044	abcde
A4B9	87.75	abcde	A4B9	0.044	abcde
A4B3	86.00	abcdef	A4B3	0.043	abcdef
A4B1	85.75	abcdef	A4B1	0.043	abcdef
A4B2	84.50	abcdef	A4B2	0.042	abcdef
A2B1	84.50	abcdef	A2B1	0.042	abcdef
A4B0	84.25	abcdef	A4B0	0.042	abcdef
A4B7	83.25	abcdefg	A4B7	0.042	abcdefg
A2B7	83.00	abcdefg	A2B7	0.042	abcdefg
A2B2	82.25	abcdefgh	A2B2	0.041	abcdefgh
A4B8	81.75	abcdefghi	A4B8	0.041	abcdefghi
A1B6	80.50	abcdefghij	A1B6	0.041	abcdefghi
A4B6	79.50	abcdefghijk	A4B6	0.040	abcdefghijk
A2B10	77.00	abcdefghijkl	A2B10	0.039	abcdefghijkl
A2B0	76.75	abcdefghijkl	A2B0	0.038	abcdefghijkl
A4B5	76.50	abcdefghijkl	A4B5	0.038	abcdefghijkl
A1B1	75.00	abcdefghijklm	A1B1	0.038	abcdefghijklm
A4B4	74.75	abcdefghijklm	A4B4	0.037	abcdefghijklm
A1B8	73.25	abcdefghijklm	A1B8	0.037	abcdefghijklm
A1B4	70.75	abcdefghijklm	A1B4	0.036	abcdefghijklm
A1B3	70.50	abcdefghijklm	A1B3	0.036	abcdefghijklm
A1B2	70.50	abcdefghijklm	A1B2	0.036	abcdefghijklm
A1B7	69.50	abcdefghijklm	A1B7	0.035	abcdefghijklm
A1B5	67.25	bcdefghijklmn	A1B5	0.034	bcdefghijklmn
A4B10	66.50	bcdefghijklmn	A4B10	0.033	bcdefghijklmn
A1B9	66.50	bcdefghijklmn	A1B9	0.033	bcdefghijklmn
A1B10	65.50	bcdefghijklmno	A1B10	0.033	bcdefghijklmno
A3B6	64.75	cdefghijklmno	A3B6	0.032	cdefghijklmno
A3B9	64.25	defghijklmno	A3B9	0.032	defghijklmno
A3B8	63.25	efghijklmnop	A3B8	0.032	efghijklmnop
A3B10	61.50	fghijklmnop	A3B10	0.031	fghijklmnop
A3B3	58.00	hijklmnopq	A3B3	0.029	hijklmnopq
A3B5	53.00	lmnopq	A3B5	0.027	lmnopq
A3B7	53.00	lmnopq	A3B7	0.027	lmnopq
A3B4	45.00	nopq	A3B4	0.023	nopq
A3B1	41.75	opq	A3B1	0.021	opq
A3B0	40.00	pq	A3B0	0.020	pq
A1B0	39.50	pq	A1B0	0.020	pq
A3B2	36.00	q	A3B2	0.018	q

Keterangan : A (asal benih) : A1 (Boyolali), A2 (Kediri), A3 ( Garut), A4 (Papua)

B ( dosis radiasi) : B0 (0 gy), B1(5 gy), B2(10 gy), B3 (15 gy), B4 (30gy), B5(45 gy), B6 (60 gy), B7 (75 gy), B8 (90 gy), B9 (105 gy) dan B10 (120 gy)

Berdasarkan Tabel 2 terlihat DB dan KCT tertinggi merupakan interaksi antara benih asal Kediri dan pada dosis 45 gray. Adapun DB dan KCT terendah pada benih asal Garut pada dosis 10 gy.

**Pembahasan**

Produktivitas tanaman sengon, khususnya tegakan yang ada di Pulau Jawa saat ini sudah cukup mengkhawatirkan. Berdasarkan data terakhir dari Pusat Litbang Cepu Perum Perhutani (2015) dikatakan produktivitas hutan tanaman sengon yang dikelola oleh Perum Perhutani, khususnya di daerah Kediri, telah terjadi penurunan. Produksi per ha untuk tahun 2008 adalah sekitar 152.8 m3/ha dan pada tahun 2014 produksinya sekitar 54.2 m3/ha. Berbagai penyakit dan hama menjadi penyebab dari penurunan ini,

Penggunaan teknik radiasi sudah banyak dilakukan pada berbagai aspek kehidupan diantaranya adalah di bidang pertanian yaitu untuk mendapatkan klon-klon unggul untuk meningkatkan produktivitas. Peningkatan produktivitas dimulai dari benih, yaitu meningkatkan vigor dan kualitas benih, sehingga teknik iradiasi ini juga dapat digunakan sebagai seed treatment. Berbagai hasil penelitian tentang penggunaan teknik iradiasi dalam perkecambahan sudah banyak dilakukan terutama untuk benih-benih tanaman pertanian.

Irradiasi adalah suatu proses ionik, ketika radiasi ionisasi diserap ke dalam material biologis, radiasi tersebut akan beraksi secara langsung terhadap target sel kritis atau secara tidak langsung melalui pembangkitan metabolit yang dapat memodifikasi komponen-komponen sel penting (Zanzibar, 2015). Menurut Luckey (1980) iradiasi pada dosis rendah dapat menstimulasi proses fisiologi (radiostimulation) tanaman melalui eksitasi atau dikenal dengan istilah hormesis. Pengaruh hormesis pada berbagai jenis tanaman pertanian dapat memberikan respon yang positif atau menguntungkan (Luckey, 2003; Piri *et al.*, 2011).

Hasil penelitian pada sengon menunjukkan adanya pengaruh terhadap daya berkecambah dan kecepatan berkecambah akibat perlakuan iradiasi sinar gamma (Tabel 1), adapun pengaruh yang terlihat adalah adanya peningkatan nilai DB dan KCT (Gambar 1 dan 2). Peningkatan DB tertinggi adalah pada benih asal Boyolali pada dosis 60 gy, adapun nilai DB dan KCT tertinggi adalah pada benih asal Kediri pada perlakuan dosis 45 gy, sedangkan nilai DB dan KCT terendah adalah pada benih asal Garut pada dosis 10 gy (Tabel 2). Untuk mengetahui persentase peningkatan DB dan KCT terhadap kontrol, dapat dilihat dari nilai rata-rata dari setiap asal benih untuk semua dosis. Nilai rata-rata DB dan KCT dari setiap asal benih dan dosis dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Peningkatan dan penurunan DB terhadap kontrol pada berbagai tingkat dosis dan asal benih**

Peningkatan/penurunan terhadap kontrol	Boyolali	Kediri	Garut	Papua
0-5gy	47.3 %	9.2 %	4.2 %	1.7 %
0-10 gy	44.0 %	6.7 %	-11.1 %	0.3 %
0-15 gy	44.0 %	14.7 %	31.0 %	2.0 %
0-30 gy	44.2 %	14.7 %	11.1 %	-12.7 %
0-45 gy	41.3 %	17.0 %	24.5 %	-10.1 %
0-60 gy	50.9 %	13.5 %	38.2 %	-6.0 %
0-75 gy	43.2 %	7.5 %	24.5 %	-1.2 %
0-90 gy	46.1 %	14.0 %	36.8 %	-3.1 %
0-105 gy	40.6 %	12.5 %	37.7 %	4.0 %
0-120 gy	39.7 %	0.3 %	35.0 %	-26.7 %

Berdasarkan Tabel 3, terlihat benih asal Boyolali pada perlakuan 60 Gy, memberikan peningkatan DB tertinggi yaitu sebesar 50,9 % dari kontrol (0 Gy). Secara umum benih asal Boyolali, Kediri dan Garut memberikan respon positif terhadap peningkatan DB atau viabilitas benih, dengan nilai yang bervariasi. Namun benih asal Papua, sudah mempunyai nilai DB yang tinggi pada kontrol, peningkatan hanya berkisar antara 0,3- 2 % pada dosis rendah (5, 10 dan 15 Gy) dan menurunkan DB pada dosis yang lebih tinggi. Zanzibar (2015) menyatakan bahwa tingkat dosis yang digunakan dan pengaruhnya terhadap perkecambahan benih berbeda-beda untuk tiap jenis dan genotipe. Namun secara umum, dosis iradiasi yang lebih tinggi cenderung menghambat perkecambahan.

Peningkatan atau penurunan persentase perkecambahan sebagai akibat dari perlakuan sinar gamma pada beberapa jenis tanaman telah banyak diteliti. Chan dan Lam (2002) melaporkan juga bahwa iradiasi benih pepaya dosis 10 Gy meningkatkan persentase perkecambahan menjadi 50% dari kontrol 30%. Sementara itu, Habba (1989) melaporkan bahwa peningkatan dosis iradiasi hingga 100 Gy, secara gradual meningkatkan perkecambahan benih, namun kemudian perkecambahan benih menurun sejalan dengan meningkatnya dosis iradiasi. Hasil tersebut juga sama dengan yang ditemukan Hell *et al.* (1974), Marcu *et al.* (2012) dan yang menyatakan bahwa iradiasi dosis tinggi dapat mengurangi perkecambahan benih. Fenomena ini dikenal dengan istilah pengaruh hormesis yang didefinisikan Luckey (2003) sebagai stimulasi dengan dosis rendah iradiasi ionisasi dan penghambatan pada dosis yang tinggi. Dosis rendah didefinisikan sebagai suatu dosis di antara tingkat radiasi lingkungan dan ambang batasnya yang menandai batas antara pengaruh biopositif dan bionegatif.

Hasil penelitian Marcu *et al.* (2012) untuk tanaman *Lactuca sativa*, memperlihatkan bahwa dosis yang efektif untuk meningkatkan perkecambahan pada jenis ini adalah tidak melebihi 30 Gy, dan pada dosis

diatas 70 Gy mulai terlihat penurunan pertumbuhan bagian-bagian vegetative tanaman. Untuk jenis sengan sebaiknya dosis yang digunakan tidak lebih dari 90 Gy. Respon peningkatan perkecambahan pada beberapa jenis tanaman hutan yang telah diteliti adalah antara lain jati, yang efektif pada dosis 10, 20, 30, 40, dan 50 kR (Bhargava dan Khalatkar, 1987), suren efektif pada dosis 5 – 20 Gy (Zanzibar *et al.* 2008), tembesu pada dosis 5 dan 10 Gy (Zanzibar *et al.* 2015), jabon putih pada dosis 15 dan 20 Gy (Zanzibar *et al.* 2014), jabon merah pada dosis 10-30 Gy (Zanzibar *et al.* 2014) dan bambang lanang pada dosis 10 Gy (Zanzibar dan Sudrajat, 2015).

Meningkatnya viabilitas dan vigor benih dapat menjadi kekuatan bagi pertumbuhan bibit dilapangan, khususnya untuk sengan. Benih dan bibit yang vigor diharapkan mampu bertahan pada kondisi yang tidak optimal.

## SIMPULAN

Perlakuan iradiasi sinar gamma pada benih sengan dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih. Peningkatan DB dan KCT mulai terlihat pada dosis 5 Gy, dan terus meningkat hingga dosis 90 Gy, namun tidak disarankan untuk penggunaan dosis yang lebih tinggi. Daya Berkecambah benih pada dosis 60 Gy, meningkat antara 13,5 % – 50,9 % dari kontrol.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Joakim Sagala atas bantuan benih sengan asal Papua, serta kepada Ibu Dina, Bapak Emuy Supardi, Bapak Suherman dan Bapak Dwi Haryadi, yang telah membantu hingga terlaksananya penelitian ini

## DAFTAR PUSTAKA

Bhargava, Y. and Khalatkar, A. 2004. Improve performance of *Tectona grandis* seeds with gamma irradiation. *Acta Hort.* 215:51-54.

- Chan, Y.K. and Lam, P.F. 2002. Irradiation-induced mutations in papaya with special emphasis on papaya ringspot resistance and delayed fruit ripening. Working Material – Improvement of tropical and subtropical fruit trees through induced mutations and biotechnology. IAEA, Vienna, Austria. pp 35 – 45.
- Gruner, M.M., Horvatic, D., Kujundzic, and Magdalenic, B. 1992. Effect of gamma irradiation on the lipid components of soy protein products. *Nahrung*, 36: 443-450.
- Habba, I.E. 1989. Physiological effect of gamma rays on growth and productivity of *Hyoscyamus muticus* L. and *Atropa belladonna* L. Ph.D. Thesis, Fac. Agric. Cairo Univ., Cairo, Egypt. 65-73.
- Hell, K.G., and Silveira, M. 1974. Imbibition and germination of gamma irradiation *Phaseolus vulgaris* seeds. *Field Crop Abst.*, 38(6): 300.
- Lazreg, L. Belabid, J. Sanchez, E. Gallego dan B. Bayaa. 2014. Pathogenicity of *Fusarium* spp. Associated with Diseases of Aleppo-pine Seedling in Algerian Forest Nurseries. *Journal of Forest Science* 60 (3) : 115 – 120.
- Luckey, T. 2003. Radiation hormesis overview. *RSO Magazine* 4:19–36.
- Luckey, T. 1998. Radiation hormesis: Biopositive effect of radiation. *Radiation Science and Health*. CRC press. Boca Raton, FLO, USA.
- Marcu, D., Cristea, V., and L. Daraban. 2012. Dose-dependent effects of gamma radiation on lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*) seedlings. *International Journal of Radiation Biology*, 1–5.
- Piri, I., Babayan, M., Tavassoli, A. and Javaheri, M. 2011. The use of gamma irradiation in agriculture. *African Journal of Microbiology Research* 5(32):5806-5811.
- Zanzibar, M dan Witjaksono. 2011. Pengaruh Penuaan dan Iradiasi Benih dengan Sinar Gamma (60C) Terhadap Pertumbuhan Bibit Suren (Toona sureni Blume Merr). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 8 (2):89-95.
- Zanzibar, M. and Sudrajat, D.J. 2015. Effect of Gamma Irradiation on Seed Germination, Storage, and Seedling Growth of *Magnolia champaca* (L.) Baill. ex Pierre. Belum dipublikasikan.
- Zanzibar, M., Sudrajat, D.J., Putra, P.G., dan Supardi, E. 2008. Teknik Invigorasi Benih Tanaman Hutan. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Teknologi Perbenihan. Bogor.