

Analisis Penggunaan Radiasi Pengion untuk Pemanfaatan Pertumbuhan Buah dan Sayur di Indonesia

Najma Zahiroh Fauziah¹, Meri Nanda Wulandari², Miftahul Gea Alivia Putri³, Sudarti⁴, Kendid Mahmudi⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember

Email: njmzhrh@gmail.com

Abstract

In Indonesia, there are many people who have difficulty in preserving vegetables. Especially in the agricultural industry when after harvesting, ensuring that the processed raw materials are free from spoilage microorganisms. With the development of the times, it appears to minimize the occurrence of decay in vegetables by ionizing radiation or ionizing radiation is radiation that causes ionization while non-ionizing radiation is radiation that does not cause ionization. The research method used is a literature study which is a series of data collection techniques, processing data from previous researchers that are relevant to the theme that has been made. In the process of preventing spoilage is done by means of ionizing radiation or ionizing radiation by utilizing gamma rays. Proven from several studies of chili plants, rice plants, soybean plants, and several other vegetables proving ionizing radiation or ionizing radiation that utilizes gamma rays in the process can help maintain vegetable quality after post-harvesting vegetables and fruits.

Keywords: Ionizing radiation, vegetables, preservation

Abstrak

Di Indonesia masyarakat sekitar banyak sekali yang mengalami kesulitan bagaimana cara untuk mengawetkan sayur. Terutama pada industri pertanian ketika setelah melakukan pemanenan, memastikan bahan baku yang diproses bebas dari mikroorganisme pembusuk. Dengan adanya perkembangan zaman muncul untuk meminimalisir terjadinya pembusukan pada sayuran dengan dilakukan radiasi pengion atau radiasi ionizing adalah radiasi yang menyebabkan terjadinya ionisasi sedangkan radiasi non ionizing adalah radiasi yang tidak menyebabkan terjadinya ionisasi. Metode penelitian yang digunakan studi literatur yang merupakan serangkaian teknik pengumpulan data, mengolah data hasil dari peneliti sebelumnya yang relevan dengan tema yang telah dibuat. Pada proses untuk mencegah pembusukan dilakukan dengan cara radiasi Ionizing atau radiasi pengion dengan memanfaatkan sinar gamma. Dibuktikan dari beberapa penelitian tanaman cabai, tanaman padi, tanaman kedelai, dan beberapa sayuran lainnya membuktikan radiasi Ionizing atau radiasi pengion yang memanfaatkan sinar gamma dalam proses dapat membantu menjaga kualitas sayur setelah pasca pemanenan sayur dan buah.

Kata kunci: Radiasi Ionizing, sayur, pengawetan

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi membuat kehidupan terasa sangat mudah. Salah satunya dalam bidang pertanian atau agroindustri. Selain dalam teknologinya, hasil pertanian juga membutuhkan teknologi untuk mengembangkan, mengelola, dan menyimpan hasil pertanian. Menurut Irawati, Z. (2013) Teknologi nuklir adalah teknologi yang memanfaatkan nuklida atau inti dalam atom dalam bentuk radiasi yang mampu mengionisasi bahan. Radiasi yang sering digunakan dalam bidang pertanian adalah radiasi pengion (Irawati, Z. 2013).

Mahmudi, et al. (2024) mengungkapkan bahwa Radiasi pengion merupakan radiasi yang menghasilkan ion setelah berinteraksi dengan atom atau molekul. Radiasi pengion terdiri dari sinar alpha, sinar beta, sinar gamma, sinar ultraviolet, dan lain sebagainya. Proses radiasi dapat dimanfaatkan dalam menunda kebusukan, memperpanjang masa simpan buah atau sayur pasca panen, dan mengawetkan makanan (Mahmudi et al., 2024).

Akrom dan Hidayanto (2014) mengungkapkan bahwa Iradiasi pengion dapat menjaga keamanan bahan pangan dengan mengurangi jumlah mikroba dengan

dosis yang beragam dan sesuai dengan kebutuhan. Terhambatnya pertumbuhan mikroba disebabkan karena adanya kerusakan DNA mikroba atau serangga yang terkena efek iradiasi pengion. Dengan terhambatnya pertumbuhan mikroba, pematangan atau pembusukan bahan pangan akan berjalan dengan lambat. Selain itu, adanya iradiasi pengion dapat membuat penyusutan bobot buah. Penyusutan bobot buah merupakan salah satu ciri-ciri buah yang sudah matang. Dengan adanya teknik iradiasi pengion, proses respirasi sel tidak berjalan dengan baik yang dapat membuat penyusutan massa buah semakin melambat (Akrom & Hidayanto, 2014).

Kasanah et al. (2023) mengungkapkan bahwa buah-buahan merupakan makanan yang mempunyai banyak manfaat bagi tubuh, namun umur simpan buah-buahan tergolong singkat. Radiasi medan magnet ELF (Frekuensi Sangat Rendah) adalah frekuensi rendah, yaitu radiasi sekitar 0-300 Hz yang mempunyai sifat non-ionisasi atau tidak mempengaruhi atom-atom bahan yang bersentuhan dan bersifat non-termal atau non-termal. . tidak menyebabkan kenaikan suhu bila bersentuhan dengan bahan yang bersentuhan dengannya. Selain itu, radiasi medan magnet frekuensi sangat rendah (ELF) dapat digunakan untuk menjamin keamanan pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh radiasi gelombang ELF terhadap umur simpan buah-buahan yang berbeda. Dalam penelitian ini digunakan metode evaluasi jurnal, dimana terdapat 11 jurnal yang diperiksa. Majalah yang dimaksud dapat berupa artikel ilmiah dan majalah lain yang menunjang dan berkaitan dengan judul penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dapat menjaga kandungan vitamin C, menjaga kondisi fisik buah dan memperpanjang umur simpan buah dengan cara mempertahankan pH, memperlambat atau meningkatkan pH. Hal ini terjadi dengan membunuh mikroorganisme pembentuk asam pada buah, selain itu paparan medan magnet ELF dapat menurunkan laju respirasi dan produksi etilen pada buah sehingga mempengaruhi umur simpan buah. . Kekuatan dan durasi medan magnet ELF harus disesuaikan dengan jenis dan karakter buah itu sendiri. Jadi dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet bersifat Extremel (Kasanah et al., 2023).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas Buah dan Sayur di Indonesia

Di era modern saat ini banyak sekali perubahan yang terjadi di dunia, terutama terkait tentang perkembangan teknologi yang dapat menguntungkan dan membantu pekerjaan manusia. Salah satunya yaitu mengenai hasil pertanian di Indonesia. Menjaga kualitas buah dan sayur sangatlah penting, hal itu juga menjadi permasalahan besar bagi sebagian petani di Indonesia. Oleh karena itu, petani - petani membutuhkan cara alternatif untuk menjaga kestabilan dan keberhasilan hasil panen (Lubis, 2009).

Menjaga kualitas buah dan sayur setelah panen merupakan isu penting bagi industri pertanian saat ini. Kerusakan terjadi selama penanganan, yang dapat menyebabkan cacat proses. Oleh karena itu, pengolahan dan pengolahan pasca panen harus dilakukan untuk memastikan bahan baku yang diolah tidak mengandung mikroorganisme pembusuk. Salah satu cara untuk menjaga kualitas buah dan sayur adalah dengan penggunaan teknologi radiasi, yaitu metode dimana radiasi pengion digunakan untuk mengionisasi proses primer dan sekunder. Penelitian ini menyelidiki secara menyeluruh penerapan teknik radiasi pengion untuk menjaga kualitas buah dan sayuran setelah panen (Rifaldi et al., 2023).

2.2. Pengawetan Bahan Pangan

Makanan pengion adalah proses di mana makanan terkena radiasi pengion dalam jumlah tertentu. Radiasi pengion ini biasanya berupa sinar-X, elektron yang dipercepat, dan sinar gamma berenergi tinggi. Menargetkan radiasi pengion pada makanan seperti sayuran dan buah-buahan berguna untuk mengurangi jumlah patogen dan memperpanjang umur simpan ikan, kerang, daging, dan produk olahan lainnya. Di Indonesia, pangan yang diiradiasi harus memenuhi standar yang ditetapkan seperti persyaratan gizi, label, dan lain-lain. Bahan baku pangan jadi yang diiradiasi dosis tinggi adalah daging dan ikan serta bahan penolong berupa daun pisang dan es kering. Peralatan yang digunakan dalam proses pangan untuk dikonsumsi harus memenuhi kriteria keamanan dan potensi bahaya. Pengolahan bahan mentah mencakup pengujian kontaminasi mikroba dan kimia sesuai peraturan yang berlaku. Bahan pengemas pangan yang dapat dimakan tidak boleh mencemari produk yang dikemas (Ika et al., 2021).

Pangan merupakan kebutuhan penting bagi

setiap manusia. Secara khusus, keracunan makanan akibat bakteri masih menjadi masalah utama di Indonesia. Pertumbuhan mikroba pada makanan laut juga dapat menyebabkan perubahan fisik dan kimia sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Dengan mengawetkan makanan, Anda dapat menghilangkan kuman dari makanan tersebut. Iradiasi makanan telah dianggap sebagai metode pemrosesan aman yang paling efektif untuk meningkatkan kualitas makanan selama lebih dari 40 tahun, jelas International Advisory Group on Food Irradiation (ICGFI) (Putri et al., 2014).

Tujuan dari teknologi pengawetan tradisional adalah untuk menjaga kualitas pangan dan memperpanjang umur simpannya dengan cara pengeringan, penggaraman, pemanasan, pembekuan dan pengasapan. Setiap bahan pangan yang diolah dengan teknologi radiasi telah melalui uji keamanan sebelum diedarkan ke masyarakat. Uji keamanan radiasi dapat mencakup uji toksikologi, uji kandungan unsur makro dan jejak, serta uji mikrobiologi dan sensorik (Irawati, 2013).

2.3 Radiasi Pengion

Radiasi pengion merupakan proses non-termal yang diharapkan dapat mengatasi masalah gizi pangan. Menargetkan radiasi pengion pada makanan dapat digunakan untuk memperlambat pematangan dan mencegah perkecambahan, mengkarantina dan membunuh serangga, jamur, bakteri, parasit, dan mikroba patogen pembentuk spora. Artikel ini membahas perkembangan dan prospek iradiasi pangan di Indonesia. Misalnya saja pengenalan radiasi pengion di Indonesia termasuk radiasi pengion untuk buah-buahan dan sayur-sayuran. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas makanan. Karena semakin ketat persaingan global serta persyaratan dan jaminan keamanan pangan, maka pengawetan pangan khususnya penerapan teknologi radiasi harus lebih diperkenalkan ke industri sebagai pengguna, salah satunya untuk mendukung atau memecahkan masalah keamanan pangan. Untuk mengimplementasikan teknologi tersebut, pengembangan produk iradiasi pangan PAIR - BATAN telah melakukan kerjasama penelitian dan pengembangan di tingkat nasional dan internasional. Contohnya termasuk universitas, sektor swasta dan industri, serta IAEA. Oleh karena itu, pendekatan yang selama ini ditingkatkan mencakup penyampaian informasi secara

langsung melalui sosialisasi, diskusi, ceramah atau seminar, dan publikasi ilmiah semi populer. Dalam artikel ini, kami menyajikan peran dan status terkini penelitian dan pengembangan iradiasi pangan di Indonesia, terutama mengingat semakin ketatnya peraturan pangan di beberapa negara maju (Irawati, 2008).

Karena semakin ketat persaingan global serta persyaratan dan jaminan keamanan pangan, maka pengawetan pangan khususnya penerapan teknologi radiasi harus lebih diperkenalkan ke industri sebagai pengguna, salah satunya untuk mendukung atau memecahkan masalah keamanan pangan. Untuk mengimplementasikan teknologi tersebut, pengembangan produk iradiasi pangan PAIR - BATAN telah melakukan kerjasama penelitian dan pengembangan di tingkat nasional dan internasional. Contohnya termasuk universitas, sektor swasta dan industri, serta IAEA. Oleh karena itu, pendekatan yang selama ini ditingkatkan antara lain penyampaian informasi secara langsung melalui sosialisasi, diskusi, ceramah atau seminar, dan publikasi ilmiah semi populer. Dalam artikel ini, kami menyajikan peran dan status terkini penelitian dan pengembangan iradiasi pangan di Indonesia, terutama mengingat semakin ketatnya peraturan pangan di beberapa negara maju (Tanhindarto, R.P 2024).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian dari jurnal ini menggunakan Kajian literatur, Kajian literatur ini didapatkan dari penelitian sebelumnya. Dengan mengolah data – data yang relevan dan akurat dapat mendapatkan hasil dan kesimpulan yang di tulis di jurnal ini. Peneliti menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Peneliti menggunakan metode ini karena dari kajian literatur, dapat membandingkan dan mendeskripsikan hasil dari Radiasi pengion sayur dan buah di Indonesia ini. Metode ini dapat dilakukan dengan cara mengumpulkan jurnal – jurnal, artikel dan lain seagainya. Data yang telah dikumpulkan dikaji dan di analisis agar mendapatkan informasi yang deskriptif. Pada penelitian kali ini bertemakan radiasi pengion yang lebih berfokus pada radiasi pengion untuk pemanfaatan pertumbuhan buah dan sayur di Indonesia. Jurnal jurnal yang dikumpulkan merupakan jurnal Internasional dan jurnal Nasional.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Radiasi adalah salah satu energi yang melalui suatu materi ataupun ruang dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Radiasi dibagi menjadi beberapa jenis salah satunya berdasarkan sifatnya. berdasarkan sifatnya radiasi dibagi menjadi dua yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Radiasi pengion atau biasanya disebut dengan radiasi ionizing adalah radiasi yang menyebabkan terjadinya ionisasi sedangkan radiasi non ionizing adalah radiasi yang tidak menyebabkan terjadinya ionisasi. Contoh radiasi pengion adalah sinar X, sinar Alpha, sinar beta, dan sinar gamma. Dengan adanya teknologi yang berkembang saat ini banyak pemanfaatan radiasi pengion untuk berbagai bidang salah satunya adalah pemanfaatan untuk pertumbuhan buah dan sayur. Di Indonesia juga berupaya untuk memanfaatkan radiasi pengion. Radiasi pengion dapat digunakan untuk mempercepat pertumbuhan buah dan sayur, keamanan buah dan sayur dari hama ataupun bakteri yang dapat menyebabkan pembusukan. radiasi pengion dapat membunuh bakteri patogen sehingga buah dan sayur dapat lebih panjang masa simpannya.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sari et al., 2020) menunjukkan pemanfaatan radiasi sinar gamma C0-60 untuk tanaman cabai. Dalam penelitian tersebut cabai merah sebanyak 120 biji digunakan untuk sampel percobaan yang akan dibagi menjadi 20 biji untuk masing-masing paparan radiasi sebesar 0 (kontrol) Gy, 50 Gy, 75 Gy, 100 Gy, 125 Gy, dan 150 Gy. Sampel tersebut ditempatkan di dalam polybag dengan ukuran 5 x 15 [cm]² yang akan dilakukan pengukuran pertumbuhan tanaman 1 kali dalam seminggu selama 6 bulan. Hasil penelitian dalam minggu pertama pertumbuhan cabai menunjukkan perubahan tinggi tanaman. Laju pertumbuhan dalam minggu ke-8 cabai dengan radiasi 0 Gy (kontrol) berhasil

tumbuh dengan panjang 1,61 cm/minggu, cabai dengan radiasi 50 Gy berhasil tumbuh 2,00 cm/minggu, cabai dengan radiasi 75 Gy dapat tumbuh dengan panjang 2,19 cm/minggu, cabai dengan radiasi 100 Gy berhasil tumbuh dengan panjang 1,94 cm/minggu, cabai dengan radiasi 125 Gy tumbuh dengan panjang 1,50 cm/minggu, dan cabai dengan radiasi 150 Gy menghasilkan panjang cabai sepanjang 1,42 cm/minggu. Pada minggu ke 8 sampai 15 peneliti mendapatkan hasil penelitian dengan cabai yang diberikan radiasi 0 Gy (kontrol) berhasil tumbuh dengan panjang 8,10 cm/minggu, cabai dengan radiasi 50 Gy berhasil tumbuh 8,02 cm/minggu, cabai dengan radiasi 75 Gy dapat tumbuh dengan panjang 8,20 cm/minggu, cabai dengan radiasi 100 Gy berhasil tumbuh dengan panjang 7,95 cm/minggu, cabai dengan radiasi 125 Gy tumbuh dengan panjang 8,07 cm/minggu, dan cabai dengan radiasi 150 Gy menghasilkan panjang cabai sepanjang 8,08 cm/minggu. Pada minggu ke 15 sampai 21 tanaman cabai tidak tumbuh secepat minggu ke 8 sampai 15. Hasil penelitian dari minggu 15 sampai 21 cabai dengan radiasi 0 Gy (kontrol) berhasil tumbuh dengan panjang 1,34 cm/minggu, cabai dengan radiasi 50 Gy berhasil tumbuh 1,31 cm/minggu, cabai dengan radiasi 75 Gy dapat tumbuh dengan panjang 2,16 cm/minggu, cabai dengan radiasi 100 Gy berhasil tumbuh dengan panjang 1,40 cm/minggu, cabai dengan radiasi 125 Gy tumbuh dengan panjang 1,50 cm/minggu, dan cabai dengan radiasi 150 Gy menghasilkan panjang cabai sepanjang 1,46 cm/minggu. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa radiasi pengion dapat berpengaruh dalam laju pertumbuhan tanaman cabai. Selain itu, pada minggu ke 1 sampai 8, tanaman cabai dapat tumbuh dengan cepat, lalu pada minggu ke 8 sampai 15, tanaman cabai tumbuh dengan cepat daripada minggu 1 sampai 8. Tetapi, pada minggu 15 sampai 21 laju pertumbuhan tanaman cabai lebih menurun dari sebelumnya. Dosis yang berlebihan membuat laju pertumbuhan tanaman cabai menurun,

sehingga diperlukan dosis yang tepat untuk laju pertumbuhan tanaman cabai. Sesuai dengan data penelitian dosis yang tepat untuk laju pertumbuhan tanaman cabai adalah 75 Gy dilihat dari lebar daun yang tumbuh, jumlah buah cabai, panjang buah cabai, tinggi tanaman, dan massa buah tanaman cabai.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Rifaldi et al., 2023) menunjukkan pemanfaatan metode radiasi ionizing yang digunakan untuk mempertahankan kualitas buah dan sayur setelah panen. Dalam penelitian tersebut peneliti menggunakan metode pencarian literatur yang relevan. Berdasarkan hasil penelitian kualitas buah dan sayur pasca panen mudah mengalami pembusukan dikarenakan banyaknya bakteri atau mikroorganisme patogen yang muncul dan mengkontaminasi buah dan sayur. Sehingga buah dan sayur membutuhkan perhatian khusus termasuk keadaan pasca panen. Salah satu upaya dalam meningkatkan kualitas buah dan sayur pasca panen adalah menggunakan radiasi pengion yaitu sinar gamma. Sinar gamma yang di iradiasi pada bahan pangan seperti buah dan sayur akan membuat kerusakan pada DNA organisme patogen, sehingga organisme tidak dapat berkembang biak. Iradiasi buah dan sayur dapat dibagi menjadi beberapa dosis yaitu dosis rendah, sedang, dan tinggi. Dosis rendah dengan radiasi maksimal 1 kGy dapat digunakan untuk memperlambat atau menghambat pertumbuhan tunas pada bawang putih, bawang merah, kentang, ubi jalar, dan jahe. Selain itu, dapat menghambat proses pematangan pada buah dan sayur. Dosis sedang dengan rasio 1 sampai 10 kGy yang digunakan untuk memperbaiki kandungan dari buah anggur dan memperpanjang masa simpan pada buah stroberi dan jamur. Sedangkan pada dosis yang tinggi dengan rasio > 10 kGy iradiasi digunakan untuk menghilangkan mikroorganisme pada rempah-rempah. Pada buah pasca panen penyusutan menunjukkan tingkat kematangan buah.

Pada buah mangga, dosis sinar gamma dan suhu yang digunakan untuk penyimpanan dapat mempengaruhi pertumbuhan buah. Semakin tinggi dosis yang diberikan maka penyusutan berat yang dialami buah akan semakin kecil, sehingga menunjukkan bahwa sinar gamma dapat memperlambat penyusutan berat pada buah mangga yang dapat membuat proses pematangan buah semakin lambat. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa radiasi pengion dapat mempertahankan kualitas sayuran. Adanya radiasi ionizing yang moderat dapat meningkatkan kandungan antioksidan dalam berbagai jenis sayuran. Mekanisme iradiasi terjadi ketika bahan yang menyerap energi. Kemudian, energi tersebut dapat memecah ikatan DNA mikroorganisme yang menghambat pertumbuhan mereka. Setelah pertumbuhan tersebut menjadi lambat, proses metabolisme yang terjadi pada buah dan sayur juga ikut melambat. Akibatnya, pematangan dan penyusutan berat pada buah dan sayur juga melambat. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sinar gamma yang termasuk dalam radiasi ionizing dapat diterapkan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, mempertahankan antioksidan dalam buah dan sayur. Sehingga, radiasi ionizing dapat mempertahankan kualitas buah dan sayur pasca panen.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Mahmudi et al., 2024) menunjukkan radiasi sinar gamma yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman padi. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode kualitatif yaitu menjelaskan fenomena tertentu dengan konkrit. Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik literatur review. Teknik ini memfokuskan untuk mengumpulkan data, lalu menganalisa hasil data penelitian yang terkumpul. Tanaman padi yang digunakan adalah jenis Kultivar Silesio Generasi M-2, padi Siam Kuning, padi lokal Aceh kultivar Silesio generasi M1, padi varietas Ramos, dan padi lokal Ase Banda. Hasil penelitian

yang pertama didapatkan pada padi jenias Kultivar Silesio Generasi M-2, padi ini menggunakan sinar gamma dengan dosis yang berbeda mulai dengan 0, 100, 200, 300, dan 400 Gy. Dalam penelitian tersebut, Mutan dengan umur genjah yang terbaik diperoleh pada padi dengan iradiasi 400 Gy, sementara padi yang menghasilkan tanaman yang berproduksi tinggi diperoleh pada padi dengan iradiasi 300 Gy. Hasil penelitian kedua didapatkan pada tanaman padi jenis Siam Kuning yang diberikan radiasi sinar gamma yang berbeda yaitu 0, 200, 300, dan 400 Gy. Pertumbuhan tanaman padi menunjukkan perubahan yang sangat signifikan. Pada 0 Gy benih padi tumbuh sekitar 78%, pada 200 Gy benih padi tumbuh sekitar 70%, pada 300 Gy benih padi tumbuh sekitar 64%, dan pada 400 Gy benih padi tumbuh sekitar 31%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar dosis sinar gamma yang diberikan tumbuhan padi yang tumbuh semakin menurun. Hasil penelitian ketiga didapatkan pada tanaman padi Varietas Ramos. Pada penelitian tersebut padi dihubungkan dengan perangkat Gamma Chamber 4000 A, kemudian menggunakan metode iradiasi akut. Pada iradiasi ini digunakan dosis sinar gamma yang berbeda, mulai dari 0, 150, 200, 250, dan 300 Gy. Pertumbuhan tanaman padi jenis ini mengalami perambatan pada dosis 300 Gy, yang dapat disimpulkan bahwa dampak negatif dari iradiasi sinar gamma adalah menghambat pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian keempat didapatkan pada tanaman padi lokal Aceh kultivar Silesio generasi M-1, yang menggunakan sampel dengan radiasi sebanyak 0, 100, 200, 300, 400 Gy. Dalam penelitian tersebut, tanaman padi mengalami pertumbuhan yang lambat saat diberikan radiasi dengan dosis yang tinggi. Pada sampel percobaan tanaman padi yang tidak diberikan radiasi (0 Gy) tinggi tanaman mencapai 143 cm, sedangkan pada tanaman padi dengan dosis radiasi yang tinggi, tinggi tanaman mencapai 119,8 cm sampai 131,6 cm. Penurunan tanaman yang diradiasi sinar gamma disebabkan karena adanya

kerusakan fisik dikarenakan efek deterministik yang berpengaruh pula terhadap penurunan produksi. Hasil penelitian kelima didapatkan pada tanaman padi lokal Ase Banda yang menggunakan radiasi sinar gamma. Pada dosis radiasi sinar gamma 0 Gy atau kontrol rata-rata tinggi tanaman yang tumbuh yaitu 182,29 cm. Pada dosis radiasi sinar gamma 200 Gy rata-rata tinggi tanaman yang tumbuh yaitu 132,17 cm. Sedangkan pada dosis radiasi sinar gamma 300 Gy rata-rata tinggi tanaman yang tumbuh yaitu 127,00 cm. Sehingga dari penelitian dari (Sholikhah et al., 2024) dapat diambil kesimpulan bahwa pertumbuhan tanaman padi dengan jenis yang berbeda yaitu Kultivar Silesio Generasi M-2, padi Siam Kuning, padi lokal Aceh kultivar Silesio generasi M1, padi varietas Ramos, dan padi lokal Ase Banda pertumbuhan terbaik terjadi pada radiasi sinar gamma sebesar 300 Gy.

Dalam jurnal yang ditulis oleh (Nuraeni et al., 2023) menunjukkan perkebunan kedelai di Langkowa, Desa Tonasa, Kecamatan Tombolopao. Di penelitian ini peneliti menggunakan beberapa dosis radiasi sinar gamma jenis Cesium-137 yaitu 0 (kontrol), 25, 50, 75, 100, dan 125 mGy. Tanaman kedelai memiliki pertumbuhan yang baik dalam dosis radiasi 75 mGy. Benih yang diberikan sinar gamma mengalami perubahan dalam hal perkecambahan, cepatnya laju pertumbuhan radikula, plumula, dan tinggi benih, serta meningkatnya laju perkecambahan. Sinar gamma tersebut memiliki energi yang mampu menembus lapisan pada biji kedelai yang dapat terjadi dua kemungkinan yaitu langsung dan tidak langsung berdampak pada DNA. Pada dosis yang lebih dari 75 mGy tanaman padi mengalami pertumbuhan yang kurang optimal. Dalam penelitian tinggi batang (cm) tanaman kedelai dosis yang tepat untuk tumbuhan kedelai adalah dosis 75 mGy, sehingga didapatkan bahwa semakin besar dosis radiasi yang diberikan maka tinggi tanaman akan semakin menurun. Begitu pula dengan pertumbuhan

jumlah daun yang terjadi, dosis yang tepat untuk tanaman kedelai dengan hasil yang maksimal adalah dosis 75 mGy. Dosis 75 mGy mendapatkan respon yang baik dalam aktivitas hormon auksin yang digunakan dalam tumbuh dan tinggi batang serta dosis yang baik untuk jumlah daun, sedangkan dosis 100 mGy baik untuk pertumbuhan lebar daun sebesar 29,cm.

Tabel 1. Pemberian dosis yang berbeda menghasilkan nilai tengah, kisaran, keragaman dan HOV pada umur panen kedelai setelah diberikan perlakuan berupa radiasi dengan empat taraf sinar gamma.

Dosis (Gy)	Nilai tengah	Kisaran (HST)	Keragaman (σ^2)
0	80,24 c	80 – 82	0,43
100	84,82 b	80 – 100	40,48
150	85,97 ab	83 – 89	6,32
200	87,81 a	85 – 92	5,49
250	88,57 a	85 – 100	8,78
Homogenitas keragaman $F_{0.05} = 54,99$			

(Sumber: Isnaini et al., 2020)

Dari tabel di atas diberikan penambahan dosis pada tanaman kedelai dengan melakukan radiasi sinar gamma pada benih tanaman kedelai untuk mendapatkan hasil umur panen yang semakin lama. Ketika pemberian dosis kadarsih sinar gamma semakin tinggi maka tanaman kedelai panen akan menjadi semakin lama ditunjukkan dalam pembuktian yang nyata dari tabel di atas. Ketika pemberian dosis sinar gamma semakin tinggi akan memiliki dampak pada perubahan genetik dalam mengendalikan umur panen pada tanaman kedelai. Pada tanaman kedelai dengan pemberian dosis sinar gamma akan mengakibatkan perubahan genetik ke arah positif atau negatif pada tanaman itu sendiri

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sutapa dan Kasmawan, 2016) tentang efek radiasi gamma 60Co terhadap tanaman tomat. Sampel yang digunakan adalah biji tomat sebanyak 180 biji dengan masing-masing 30 biji dengan dosis yang berbeda yaitu 0 (kontrol) Gy, 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah

pengujian sampel menggunakan iradiator IRPASENA Co-60. Tanaman tomat diamati setiap hari selama 2-3 bulan, dengan suhu yang efektif sekitar 20-27 derajat dan kelembaban antara 65-80%. Pertumbuhan tomat pada dosis 0 Gy, 50 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy menunjukkan peningkatan hampir sama, sedangkan pertumbuhan tomat dengan radiasi 100 Gy mengalami peningkatan yang paling tinggi. Pertumbuhan tanaman tomat dengan dosis dibawah 100 Gy tidak memberikan efek terhadap tanaman tomat, sedangkan dosis diatas 100 Gy pertumbuhan tanaman tomat menjadi lebih menurun. Hal tersebut dikarenakan karena radiasi sinar gamma dengan dosis yang berlebih dapat menghambat proses sintesa protein, mengganggu keseimbangan hormon, pertukaran gas dan air, serta aktivitas pada enzim. Dosis tinggi juga mempengaruhi pertumbuhan jumlah buah pada tomat, termasuk pada dosis 250 Gy yang menghasilkan jumlah buah di bawah kontrol. Dosis radiasi gamma 100 Gy merupakan pertumbuhan jumlah buah yang paling tinggi. Selain itu, radiasi sinar gamma membuat berat basah buah tomat juga berpengaruh. Berat basah buah tomat tertinggi terjadi pada tanaman tomat dengan radiasi 100 Gy yang mencapai 3,2 kg per tandanya. Sedangkan, untuk dosis yang tinggi (didas 100 Gy) terjadi penurunan berat basah buah yang hampir sama dengan kontrol, serta tanaman tomat dengan radiasi dibawah 100 Gy terjadi peningkatan berat basah buah dibandingkan kontrol.

Penelitian yang dilakukan oleh (Insani et al., 2022) dengan menggunakan tanaman tomat yang memanfaatkan radiasi sinar gamma. Terdapat beberapa bahan yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian tersebut seperti tanah, benih tomat varietas mawar, pupuk kandang arang sekam SP 36 dan KCL. Pada penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap di mana dilakukan 5 kali percobaan yang menghasilkan 25 percobaan. Sinar gamma yang

digunakan pada penelitian ini diberikan beberapa perbedaan dosis mulai dari 0-350 Gy. Apabila benih sudah dilakukan radiasi pada sinar gamma dan telah disamai dengan tray maka perkecambahan akan menghasilkan 14 SHS. Setelah perkecambahan berumur 21 SHS maka bibit tomat dapat dipindah menggunakan polybag. Maka tanaman tomat tersebut dilakukan perawatan dengan cara dua kali setiap harinya dilakukan penyinaran dan pemupukan secara melingkar di daerah tanaman tomat tersebut. Berikut ini hasil perubahan tanaman tomat yang dilakukan dengan penambahan radiasi sinar gamma dilihat dari perkembangan diameter batang dan tinggi tanaman tomat tersebut.

Tabel 2. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma terhadap Pertumbuhan Tomat

Dosis (Gray)	Tinggi Tanaman	Diameter Batang
	cm	cm
0	151,8 ^b	1,36
125	178,4 ^a	1,35
250	176,8 ^a	1,48
375	183,8 ^a	1,30
500	171,8 ^{ab}	1,35

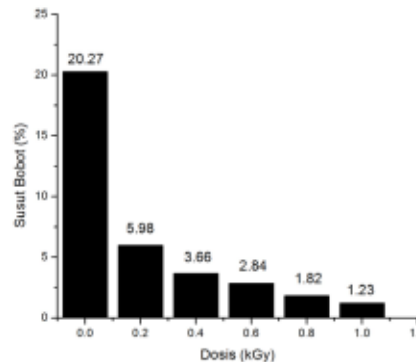
Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT 5%.

(Sumber: Insani et al., 2023)

Pada tanaman tomat dilihat dari tabel di atas memiliki pengaruh pada radiasi sinar gamma. Tanaman tomat dilihat dari tinggi tanaman tersebut tidak memiliki pengaruh terhadap diameter batang. Mengapa pada tanaman tomat diameter batang tidak memiliki pengaruh dari proses radiasi sinar gamma dikarenakan beberapa faktor lingkungan seperti penyinaran matahari, ketersediaan air, dan teknik budidaya yang dilakukan pada tanaman tersebut. Dari pernyataan tabel tersebut menunjukkan rata-rata tinggi tanaman tomat dengan melakukan radiasi sinar gamma dengan presentase 5 % yang memiliki perbedaan nyata pada tinggi tanaman. Dilakukan radiasi sinar gamma dengan 375 Gy pada tanaman tomat memiliki tinggi 183,8 cm Namun tidak ada perbedaan jika dilakukan radiasi sinar gamma dengan 125 Gy, 250 Gy, dan 500 Gy.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Akrom et al., 2014) tentang pengaruh radiasi sinar gamma pada

buah jambu biji merah. Dalam penelitian ini menggunakan sampel buah jambu biji yang dibedakan menjadi 5 buah setiap 5 kelompok yang terdiri dari radiasi dengan dosis 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 kGy serta satu kelompok tanpa radiasi (kontrol). Pada penelitian ini menunjukkan penyusutan yang terjadi pada buah jambu merah yang diberikan radiasi.



Gambar 1. Diagram hubungan antara dosis radiasi terhadap penyusutan bobot.

Pada diagram diatas, sampel kontrol (0 kGy) mengalami penurunan massa buah dengan cepat. Sementara itu, untuk sampel dengan dosis 0,2-1 kGy mengalami penurunan massa buah yang lebih lambat, terlihat pada gambar diatas. Semakin kecil dosis yang diberikan semakin besar penyusutan bobot yang terjadi. Begitu pula sebaliknya, semakin besar dosis yang diberikan penyusutan bobot yang terjadi akan semakin kecil. Radiasi sinar gamma dapat memperlambat proses pembusukan pada buah jambu biji yang disebabkan oleh proses ionisasi, sehingga menyebabkan adanya radikal bebas yang dapat memecahkan ikatan DNA mikroba dan kimia di dalam buah. Pecahnya ikatan DNA mikroba dan kimia yang menyebabkan adanya fisiologis buah seperti pembusukan dan pematangan berjalan semakin lambat.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sasmita et al., 2015) pada pengaruh radiasi sinar gamma pada buah mangga varietas gedong. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fitosanitari, Pasar Jumat, Jakarta.

Mangga gedong yang berasal dari Cirebon memiliki kematangan 80% yang kemudian diberikan iradiasi gamma dengan dosis 0, 150, 300, 600, dan 800 Gy. Radiasi berpengaruh dalam warna kulit luar, kerusakan tekstur, dan kerusakan lenti sel pada mangga. Warna kulit berubah pada 0 gy dari warna hijau ke kuning pada hari ke-7 sedangkan pada radiasi 150, 300, 600, dan 800 Gy mengalami perubahan warna pada hari ke-9. Dengan radiasi yang rendah (<1 kGy) dapat membuat warna kulit tetap bertahan kulit luar mangga. Sehingga, dengan adanya penundaan warna buah yang terjadi dapat membuat masa simpan semakin lama. Kerusakan tekstur yang terjadi pada buah mangga dimulai pada hari ke-3. Radiasi dengan dosis dibawah 1 kGy tidak menunjukkan perbedaan tekstur mangga. Dengan dosis diatas 1,5 kGy mangga mengalami tekstur yang lebih lembek yang menyebabkan hilangnya aroma buah. Iradiasi sinar gamma menghasilkan energi ionisasi yang memperlunak dinding sel yang disebabkan karena perubahan kimia pada komponen di dinding sel. Kerusakan lenti sel terjadi karena tingginya dosis radiasi yang diberikan. Kerusakan lenti sel terlihat dari adanya bintik-bintik hitam pada kulit buah mangga yang paling luar. Kerusakan lenti sel paling besar terjadi saat dosis 0,80 kGy dan kerusakan lenti sel pada dosis 0.15, 0.30, dan 0.60 kGy tidak begitu besar yaitu dibawah 20%. Tetapi, kerusakan lenti sel terjadi bukan hanya karena adanya radiasi sinar gamma, karena bintik hitam juga terjadi pada kontrol pada sampel buah mangga. Buruknya kondisi dan lingkungan tempat buah berkembang membuat adanya tekanan air pada buah yang menyebabkan adanya kerusakan lenti sel.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Radiasi ionizing merupakan salah satu cara untuk mencegah pembusukan dan menjaga kualitas pada sayuran dan buah-buahan dengan memanfaatkan sinar gamma. Di mana sinar gamma tersebut dapat menghambat pertumbuhan bakteri

berbahaya dan mempertahankan aktivitas antioksidan dalam buah dan sayuran. Terdapat beberapa faktor dari proses radiasi dan ionizing seperti dosis radiasi, kandungan air, adanya oksigen, dan suhu yang dapat mempengaruhi dalam proses radiasi tersebut. Pada metode radiasi Ionizing merupakan salah satu metode yang tepat untuk mempertahankan kualitas dan keselamatan pangan. Di mana buah dan sayur tidak akan mengalami pembusukan setelah pasca panen. Dengan melakukan radiasi ionizing pada sinar gamma akan memberikan efek pada pertumbuhan tanaman pada pertumbuhan tanaman tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada team penyusun yang telah memberikan dan meluangkan waktunya untuk menulis, mengoreksi, hingga menerbitkan artikel ini. Ucapan terimakasih ini, juga kami tunjukkan kepada dosen pembimbing mata kuliah agrofisika yaitu Ibu Dr. Sudarti, M.Kes dan Bapak Kendid Mahmudi, S.Pd., M.Pfis. yang telah membimbing kami dalam menyelesaikan artikel ini dengan sebaik mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adelia, K. A. C. Maubana, W. M., Boimau, Y. Uksenat, K. dan Lipikuni, H. F. (2020). Pengaruh Pemberian Paparan Radiasi Gamma dan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana* L) terhadap Kadar SGPT Organ Hati Mencit (*Mus Musculus* L) (Vol.2, No.2. 74-76).
<https://doi.org/10.37058/diffraction.v2i2.2436>
- [2] Akrom, M., & Hidayanto, E. (2014). Kajian Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Susut Bobot Pada Buah Jambu Biji Merah Selama Masa Penyimpanan. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 10(1).
<https://doi.org/10.15294/jpfi.v10i1.3055>
- [3] Cabo Verde, S., Ferreira, I. C., Madureira, J., Barros, L., Margaça, F., & Santos-Buelga, C. (2020). Ionizing radiation technologies to increase the extraction of bioactive compounds from agro-industrial residues: a review.
[10.1021/acs.jafc.0c04984](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04984)
- [4] Hamidy, A. N., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2021). Analisis Pemahaman Mahasiswa Pendidikan

- Fisika Universitas Jember Pada Materi Teknologi Radiasi Ionizing Dalam Pengawetan Bahan Pangan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(4), 156-161.
<https://doi.org/10.19184/jpf.v10i4.27998>
- [5] Ika, W. S. A., Anggraini, R. K., & Ali, M. (2021). Study on the implementation of Indonesian National Standards in the irradiated food sector to improve product competitiveness.
- [6] Indarto, R., & Qonit, M. A. H. (2020). A review of irradiation technologies on food and agricultural products. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 9(1), 4411-4414.
- [7] Insani, P. P., Anwar, S., & Karno, K. (2023). Radiosensitivitas dan Pengaruh Radiasi Sinar Gamma terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Agroeco Science Journal*, 1(1), 11-19.
- [8] Irawati, Z. (2013). Pengembangan teknologi nuklir untuk meningkatkan keamanan dan daya simpan bahan pangan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 3(2).
<http://dx.doi.org/10.17146/jair.2007.3.2.558>
- [9] Irawati, Z. (2008). Perkembangan dan prospek proses radiasi pangan di Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 19(2), 170-176.
- [10] ISNAINI, I., RASYAD, A., & FIANDA, D. O. (2020). Keragaan Kedelai (*Glycine Max* (L) Merrill) Generasi M1 Varietas Anjasmoro Hasil Radiasi Sinar Gamma. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 39-44.
<http://dx.doi.org/10.24014/ja.v11i1.9345>
- [11] Kasanah, N., Chandhani, E. D., Prabandari, A. M., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2023). ANALISIS PEMAHAMAN MAHASISWA PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS JEMBER TERKAIT TEKNIK IRRADIASI SINAR GAMMA PADA PENGAWETAN MAKANAN. *JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA*, 12(4), 146-152.
<https://doi.org/10.19184/jpf.v12i4.39533>
- [12] Lubis. (2009). Pengawetan Makanan Yang Aman (pp. 1-15).
- [13] Mahmudi, K., Sholikhah, N., Amalia, T. C. N., Febrianty, W., Bulan, S. R. S., Anggraini, M. A. S., & Prihandono, T. (2024). POTENSI PENGGUNAAN RADIASI SINAR GAMMA PADA PERTUMBUHAN TANAMAN PADI. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 36-46.
<https://doi.org/10.37478/optika.v8i1.3427>
- [14] Nuraeni, N., Hernawati, H., Rani, S. R. A., & Putri, A. A. (2023). Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.) Hasil Radiasi Sinar Gamma Cesium-137. *Journal Online Of Physics*, 8(3), 51-57.
<https://doi.org/10.22437/jop.v8i3.23715>
- [15] Putri, F. N. A., Wardani, A. K., & Harsojo, H. (2014). APLIKASI TEKNOLOGI IRRADIASI GAMMA DAN PENYIMPANAN BEKU SEBAGAI UPAYA PENURUNAN BAKTERI PATOGEN PADA SEAFOOD: KAJIAN PUSTAKA [IN PRESS APRIL 2015]
- [16] Rifaldi, A. R., Juanda, D. H., Mahmudi, K., Prihandono, T., Sinuraya, W. T. B., & Sembiring, M. Y. B. (2023). METODE RADIASI IONIZING DALAM MEMPERTAHANKAN KUALITAS BUAH DAN SAYURAN PASCA PANEN. *AGRORADIX: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 43-53.
<https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v7i1.5229>
- [17] Salis Af'idah, S., & Lesmono, A. D. *Jurnal Phi*.
- [18] Sari, N. M. P., Sutapa, G. N., & Gunawan, A. N. (2020). Pemanfaatan radiasi gamma co-60 untuk pemuliaan tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) dengan metode mutagen fisik. *Bul. Fis*, 21(2), 47- 52.
- [19] Sasmita, H. I., Indarwatmi, M., & Nasution, I. A. (2015). Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap penampilan buah mangga (*Mangifera indica* L.) varietas gedong. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir* (pp. 62-68).
- [20] Sutapa, G. N., & Kasmawan, I. G. A. (2016). Efek induksi mutasi radiasi gamma 60 Co pada pertumbuhan fisiologis tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* L.). *Jurnal Keselamatan Radiasi dan Lingkungan*, 1(2), 5-11.
- [21] Tanhindarto, R. P. (2024). Status terkini penelitian dan pengembangan iradiasi pangan di Indonesia. *Semin. Keselam. Nukl*, 308-318.

- [22] Timakova, R. T., Tikhonov, S. L., & Tikhonova, N. V. (2020). Ionizing radiation treatment as an innovative process approach in food storage technology for modern agriculture. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 421, No. 2, p. 022015). IOP Publishing.
10.1088/1755-1315/421/2/022015
- [23] Uswatun, U., & Sudarti, S. (2022). Potensi radiasi gelombang elektromagnetik extremely low frequency (elf) guna meningkatkan ketahanan usia simpan buah-buahan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 7(2), 70-74.