

Evaluasi Teknik Penyimpanan Kacang Kedelai dalam Upaya Peningkatan Kualitas Kacang Kedelai Produksi Dalam Negeri

Evaluation of Soybean Storage Techniques in Efforts to Improve the Quality of Domestically Produced Soybeans

Afifah Nurul Izzati¹

¹Prodi Magister Teknologi Agroindustri, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

*Korespondensi penulis : afifahizt@gmail.com

ABSTRAK

Kacang kedelai merupakan komoditas dengan tingkat permintaan pasar yang cukup tinggi. Tingkat permintaan kedelai hingga saat ini mayoritas dipenuhi oleh kedelai impor. Kedelai impor memiliki kualitas yang lebih unggul daripada kedelai dalam negeri. Kualitas kedelai dalam negeri dapat ditingkatkan dengan mengetahui faktor-faktor selama penanganan dan pengolahan yang dapat diintervensi. Salah satu tahap penanganan kedelai yang krusial adalah tahap penyimpanan. Evaluasi teknik penyimpanan kedelai berguna untuk mengetahui pengaruh sistem penyimpanan terhadap mutu dan umur simpan kedelai dengan parameter utama yaitu kadar air. Teknik penyimpanan kedelai dalam negeri yang disarankan adalah penyimpanan terkontrol pada suhu rendah ($< 20^{\circ}\text{C}$) dan RH $< 50\%$ dengan bantuan alat pengatur suhu dan kelembaban atau penyimpanan terbuka dengan kemasan yang kedap udara dengan sistem penyimpanan kedelai berupa penyimpanan teraerasi. Teknik penyimpanan kacang kedelai disesuaikan dengan varietas dan kondisi lingkungan penyimpanan. Penyimpanan kacang kedelai pada suhu rendah dapat memperpanjang umur simpan hingga 5 tahun.

Kata kunci: Kacang kedelai; Penyimpanan; Umur simpan.

ABSTRACT

Soybeans are a commodity with a relatively high market demand. Currently, the majority of soybean demand is met by imported soybeans. Imported soybeans generally have superior quality compared to domestic soybeans. The quality of domestic soybeans can be improved by understanding the factors during handling and processing that can be intervened. One crucial stage in soybean handling is storage. Evaluating soybean storage techniques is useful for determining the impact of storage systems on the quality and shelf life of soybeans, with the main parameter being moisture content. Recommended soybean storage techniques include controlled storage at low temperatures ($< 20^{\circ}\text{C}$) and RH $< 50\%$ with the aid of temperature and humidity control devices, or open storage with airtight packaging using a semi-permeable storage system. Soybean storage techniques should be adjusted according to the variety and environmental conditions. Storing soybeans at low temperatures can extend their shelf life up to 5 years.

Keywords: soybeans, storage, shelf life.

PENDAHULUAN

Aktivitas impor kedelai mengalami peningkatan semenjak Bulog tidak lagi menjadi importir tunggal. Selain kemudahan akses impor bagi swasta, harga kedelai lokal juga cenderung lebih mahal daripada kedelai impor. Kondisi ini menyebabkan kedelai impor cenderung lebih diminati, sehingga kedelai impor menjadi sumber pemenuhan 35% kebutuhan domestik dikarenakan produksi kedelai dalam negeri hanya mampu memenuhi sekitar 65,61% konsumsi domestik. Tingkat permintaan dan penawaran kedelai ini memerlukan perhatian lebih agar kedelai domestik tetap terjaga melalui analisis terhadap berbagai faktor yang mempengaruhi nilai kedelai dipasaran. Faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan ini antara lain terjadinya penurunan produktivitas kedelai dan luas panen. Program pemerintah untuk mencapai swasembada kedelai tahun 2014 ternyata belum dapat terwujud (Malian, 2004; Departemen Pertanian, 2006, 2007, 2008; FAO, 2013 dalam Aldillah, 2015).

Berdasarkan kenyataan tersebut, penelitian lanjutan berupa analisis peramalan terhadap tingkat produksi dan konsumsi kedelai nasional di tahun 2020 dilakukan oleh Aldillah, (2015). Penelitian Aldillah, (2015) menunjukkan bahwa produksi kedelai nasional memungkinkan untuk dapat memenuhi konsumsi kedelai dalam negeri yang dilatarbelakangi oleh pertumbuhan produksi yang menunjukkan angka yang lebih tinggi daripada tingkat konsumsi kedelai. Namun, tingkat produksi dan konsumsi dinilai belum seimbang. Hal ini dibuktikan dari hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa perluasan areal tanam yang telah dilaksanakan tidak sejalan dengan peningkatan kualitas kedelai yang diproduksi. Kualitas kedelai impor cenderung lebih baik daripada kedelai produksi dalam negeri karena kedelai produksi dalam negeri memiliki kadar air yang lebih tinggi dan penampakan fisik yang kurang sesuai dengan permintaan pasar (mudah mengalami kebusukan, lebih kotor, tidak seragam).

Ketimpangan antara kebutuhan dan jumlah kedelai dalam negeri yang tersedia juga berkaitan dengan kualitas kedelai impor yang relatif lebih baik daripada kedelai dalam negeri pada beberapa aspek. Namun, kedelai dalam negeri varietas tertentu juga memiliki keunggulan yang tidak kalah baiknya dari kedelai impor. Peningkatan kualitas kedelai dari segi pembenihan dan penurunan laju kerusakan selama penanganan pasca panen dapat dilakukan untuk menunjang kualitas kedelai dalam negeri. Evaluasi sistem penyimpanan kedelai di Indonesia dapat menjadi salah satu upaya peningkatan kualitas kedelai dalam negeri. Kedelai dapat disimpan dengan beberapa sistem/metode penyimpanan. Metode penyimpanan tradisional merupakan metode yang paling banyak diaplikasikan. Metode penyimpanan tradisional biji-bijian di seluruh dunia cukup beragam. Keberagaman metode penyimpanan tradisional dipengaruhi oleh kultur budaya pada wilayah setempat. Metode ini relatif mudah dan sederhana, sehingga penyimpanan tradisional sudah diterapkan pada \pm 60-70% biji-bijian di negara berkembang (Mobolade et al., 2019; Natarajan & Govind, 2006; Nduku, De Groote, & Nzuma, 2013). Indonesia termasuk salah satu negara berkembang yang masih mengadaptasi metode penyimpanan kedelai secara tradisional. Metode tradisional yang diterapkan mengacu pada pengaturan kelembaban dan aerasi selama penyimpanan dengan cara yang sederhana. Namun, penerapan metode penyimpanan tradisional tidak selalu memberikan karakteristik kedelai yang sama atau sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Oleh karena itu, ulasan ini

disusun untuk mengetahui pengaruh berbagai teknik penyimpanan terhadap karakteristik kedelai dalam negeri.

KEBUTUHAN KEDELAI INDONESIA

Produktivitas menjadi problematika utama kedelai dalam negeri. Produktivitas kedelai di Indonesia yaitu berkisar 1,5-2 ton kedelai per hektar tertinggal jauh dari Amerika Serikat yang memiliki produktivitas yang berkisar di angka 4 ton kedelai per hektar. Produktivitas ini berkaitan erat dengan kondisi lingkungan, faktor genetik, dan lain- lain. Saat ini produksi kedelai dalam negeri mengalami penyusutan, tetapi di sisi lain kebutuhan akan kedelai terus meningkat terutama kebutuhan kedelai untuk industri tahu dan tempe. Kedelai dalam negeri cenderung lebih unggul untuk industri ini. Namun, kedelai lokal memiliki kelemahan berupa umur tanaman yang relatif lebih singkat 2,5 hingga 3 bulan daripada umur kedelai impor yang dapat mencapai 5 hingga 6 bulan. Umur kedelai dipengaruhi oleh benih kedelai dalam negeri yang cenderung masih bersifat alami (non-transgenik). Kelemahan produksi dan karakteristik internal kedelai (umur tanaman) harus dapat didukung dengan perkembangan pembenihan kedelai, mekanisasi usaha tani, dan evaluasi proses penanganan pasca panen termasuk evaluasi proses penyimpanan agar kualitas kedelai dalam negeri terjaga dengan baik. Dari keseluruhan penanganan pasca panen, tahap penyimpanan merupakan fase yang cukup berpengaruh terhadap kualitas kedelai dimana tingkat kerusakan selama penyimpanan dapat mencapai 7.5%. Kerusakan ini terjadi akibat manajemen dan infrastruktur penyimpanan yang tidak memadai. Sebagaimana yang banyak terjadi di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. (Channal *et al.*, 2004; Mobolade *et al.*, 2019)).

PRINSIP PENYIMPANAN KACANG KEDELAI

Biji kedelai termasuk kategori biji-bijian yang sangat mudah mengalami penurunan mutu (kerusakan), sehingga proses penanganannya harus dilakukan dengan tepat dan cermat. Proses penanganan kedelai dimulai sejak penanaman, pemanenan, pasca pemanenan, hingga kedelai dikonsumsi. Tahap pasca panen berupa tahap penyimpanan cukup krusial dalam menentukan kualitas kedelai. Beberapa parameter yang menjadi indikator kualitas kacang kedelai selama penyimpanan antara lain parameter kadar air (*moisture content*), padatan kering (*dry matter*), porositas, konduktivitas listrik, kadar asam lemak bebas, dan kadar protein. Selama penyimpanan, setiap biji-bijian termasuk kacang kedelai dipastikan berada dalam kondisi kering dan disimpan pada lingkungan dan kondisi yang aman dari serangga, binatang pengerat, dan mikroorganisme (Mobolade *et al.*, 2019).

Kadar air menjadi indikator utama dari berbagai variabel parameter penyimpanan yang dianalisis. Kadar air memiliki keterkaitan dengan daya kecambah, respirasi tumbuhan, serta pertumbuhan mikroorganisme perusak kedelai, sehingga kadar air kedelai dapat menentukan laju perubahan dan kerusakan yang terjadi pada kacang kedelai. Kadar air yang disarankan dalam proses penyimpanan kacang kedelai umumnya berjumlah < 12%. Kacang kedelai dengan kadar air $\geq 13^{\circ}\text{C}$ harus melalui proses pengeringan terlebih dahulu untuk menurunkan resiko deteriorasi akibat hilangnya padatan kering penyusun kedelai akibat peristiwa respirasi, serangan jamur dan pertumbuhan mikroorganisme, serta pengaruh dari perlakuan panas

(Ernandes Rodrigues de Alencar & DAntonino Faroni, 2011). Kadar air kacang kedelai selama periode penyimpanan umumnya mengalami peningkatan seiring waktu. Kadar air kacang kedelai pada periode waktu tertentu yang masih tergolong aman disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Kadar Air Kacang Kedelai selama Penyimpanan

Kadar Air (%) w.b.	Periode Waktu Penyimpanan
10.0-11.0	4 tahun
10.0-12.5	1-3 tahun
12.5-14.0	6-9 bulan
14.0-15.0	6 bulan

(Sumber: BARRE (1976) dikutip de Alencar dan DAntonino Faroni, (2011)).

PERMASALAHAN UMUM SISTEM PENYIMPANAN KACANG KEDELAI

Kacang kedelai merupakan komoditas dari golongan *legumes* dengan komponen gizi yang didominasi oleh lipid dan protein. Komponen lipid dan protein sangat rentan mengalami degradasi jika penyimpanannya tidak tepat. Degradasi komponen kacang kedelai terbagi ke dalam beberapa bentuk perubahan, yaitu perubahan fisik, kimia dan biokimia yang sangat dipengaruhi oleh kondisi dan waktu penyimpanan.

Kasus yang banyak terjadi di lapangan adalah kerusakan biji-bijian pascapanen akibat fasilitas penanganan (termasuk penyimpanan dan pengolahan) yang kurang memadai serta kondisi lingkungan yang tidak mendukung sebagai dampak *climate change*. FAO memperkirakan tingkat kerugian tahunan komoditas biji-bijian di seluruh dunia yaitu sebesar 10% dari semua biji-bijian yang disimpan (FAO, 2002; Khatri-Chhetri, Aggarwal, Joshi, & Vyas, 2017; Mobolade et al., 2019; Parfitt, Barthel, & Macnaughton, n.d.)

Permasalahan ini terjadi baik di daerah tropis maupun subtropis yang masih mengandalkan teknik penyimpanan tradisional. Penyimpanan dan penanganan kedelai secara umum yang dilakukan dengan teknik konvensional memiliki tingkat kontaminasi dan kerusakan yang tinggi, baik kerusakan fisik, mekanis, maupun mikrobiologis. Oleh karena itu evaluasi manajemen operasional penanganan dan penyimpanan kedelai diperlukan untuk menjaga kualitas atau mengurangi tingkat penurunan mutu kedelai (Carteri et al., 2020; FAO, 2002).

PENANGANAN DAN PENYIMPANAN KACANG KEDELAI SECARA TRADISIONAL

Teknik penanganan kacang kedelai di Indonesia umumnya masih bersifat tradisional atau skala sederhana. Pengeringan kedelai pascapanen masih melibatkan teknik penjemuran konvensional dan teknik penyimpanan yang diterapkan juga masih sederhana. Penyimpanan kedelai di Indonesia umumnya dilakukan pada suatu areal Gudang tertentu menggunakan kemasan karung goni. Indonesia sebagai negara berkembang masih belum menerapkan teknik penyimpanan modern menggunakan silo terautomasi seperti yang telah diterapkan di negara lain yaitu Brazil (Carteri *et al.*, 2020). Beberapa negara lain juga masih menerapkan teknik tradisional, seperti negara di Afrika dan Asia. Teknik penanganan dan penyimpanan tradisional kedelai yang dapat diaplikasikan yaitu melibatkan teknik solarisasi, *open-fire-place*,

penyimpanan terbuka, penyimpanan dengan tanah diatomitz, penyimpanan di labu, penyimpanan pada wadah daun lontar, penyimpanan pada box, penyimpanan dengan jerami, penyimpanan dengan ‘Nahu’, penyimpanan di dalam drum logam atau plastik, Drum logam atau plastik, penyimpanan pada tong dan rumah bambu, penyimpanan dengan tas penyimpanan khusus, penyimpanan dengan pot tanah, penyimpanan dengan garam meja, penyimpanan *platform*, penyimpanan dengan penambahan penggunaan kapur barus, penyimpanan lubang bawah tanah, menyimpanan rumah lumpur, penyimpanan silo sederhana: silo lumpur, silo jerami, silo logam, atau silo plastik, penyimpanan biji-bijian disertai penggunaan produk alami berupa tumbuh-tumbuhan, penyimpanan dengan kotoran sapi, penyimpanan pada ‘Obeh’ (Mobolade *et al.*, 2019). Beberapa teknik penyimpanan tradisional kacang kedelai di beberapa negara terdapat pada tabel berikut.

Tabel 2. Penyimpanan Tradisional Kacang Kedelai di Beberapa Negara

No	Bahan Baku	Negara	Metode Penyimpanan	Karakteristik Kedelai	Referensi
1	Kedelai dari 24 varietas berbedai: 4 tingkat kematangan (I, II, III, IV) dan 2 jenis tingkat komponen berbeda (high oil dan high protein) Ames, Amerika Serikat	Amerika Serikat	<ul style="list-style-type: none"> - Perlakuan awal berupa penambahan fungisida; fungisida + insektisida dan tanpa perlakuan awal - Penyimpanan pada tiga suhu berbeda: suhu gudang tidak terkontrol, suhu rendah/<i>coldroom</i> (10°C, RH 59.6 ± 7.3%), kondisi ruang terkontrol/<i>warmroom</i> (25°C, RH 31.2 ± 11.1%) - Penyimpanan selama 20 bulan - Jenis kemasan penyimpanan: <i>triple-wall seed paper bag</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Perubahan karakteristik kedelai gudang berlangsung setelah penyimpanan 16 bulan, sedangkan penyimpanan <i>cold</i> dan <i>warmroom</i> 20 bulan. - <i>Maturity</i> dan komponen protein tidak mempengaruhi deteriorasi secara signifikan - Kondisi dingin (suhu 10°C), RH ≤ 40%, dan pemberian perlakuan awal menghambat deteriorasi kedelai sehingga kedelai dengan perlakuan awal lebih tahan terhadap deteriorasi 	(Mbofung, 2012)

No	Bahan Baku	Negara	Metode Penyimpanan	Karakteristik Kedelai	Referensi
2	Kedelai varietas Bragg (hasil panen pada 4 waktu yang berbeda: 1976, 1982, 1983, 1984) India	India	<ul style="list-style-type: none"> - Penyimpanan pada suhu ruang (\pm 16-40°C), RH 50-90%) - Penyimpanan selama 9 tahun (analisis pada tahun ke-1, 2, 3, dan 9) - Jenis kemasan penyimpanan: <i>jute bags</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Perubahan karakteristik fisikokimia: <ol style="list-style-type: none"> 1) Perubahan warna (kuning menjadi coklat); 2) Penurunan komponen: kadar air, lemak, <i>water-soluble nitrogen</i>, tingkat kelarutan nitrogen, karbohidrat, aktivitas inhibitor tripsin dan lipoksigenase, pigmen, dan <i>available lysine</i>.; 3) Peningkatan derajat kecoklatan, kadar asam lemak bebas (FFA), dan peroksida 4) Peningkatan disertai penurunan seiring waktu pada komponen: kadar abu dan <i>phytic phosphorus</i>. - Kedelai mulai terinfeksi serangga pada tahun ketiga. 	(Narayan, Chauhan, & Verma, 1988)
3	Kedelai dengan kadar air 11.2, 12.8, 14.8% MC	Brazil	<ul style="list-style-type: none"> - Perlakuan awal: pengeringan - Penyimpanan kedelai pada suhu 20, 30, 40°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Perubahan fisikokimiawi: <ol style="list-style-type: none"> peningkatan kadar asam lemak bebas pada seluruh perlakuan penyimpanan 	(Ernandes R. de Alencar, Faroni, Peternelli, da Silva, & Costa, 2010)

No	Bahan Baku	Negara	Metode Penyimpanan	Karakteristik Kedelai	Referensi
			- Wadah penyimpanan: <i>plastic chamber</i>	kecuali kedelai dengan kadar air 11.2% pada penyimpanan 20°C - Deteriorasi dapat dipertahankan hingga periode waktu penyimpanan 6 bulan (suhu 20°C; MC 15%) - Kombinasi antara kelembaban dan suhu penyimpanan tinggi dapat mempercepat deteriorasi kedelai	
4	Kedelai dengan kadar air 9, 11, 13% MC	Afrika	- Penyimpanan pada <i>mud rhombus storage</i> - Penyimpanan pada suhu 10, 20, dan 30°C	- Peningkatan tekstur (<i>hardness</i>) dimana semakin tinggi kadar air kedelai, maka perubahan tekstur semakin singkat - Kerusakan dalam penyimpanan <i>mud rhombus</i> disebabkan oleh hewan pengerat, serangga, kerusakan teknis akibat struktur wadah penyimpan	(Akeme Cyril, Blair Moses, Slamet, & Yohanese Aris, 2019; Yousif, 2014)
5	Kedelai dengan kadar air 6, 8, 10, 12% MC	Banglades h	- Penyimpanan pada empat jenis kemasan: plastic polietilen, <i>plastic pot</i> ,	- Daya kecambah dan <i>dry matter</i> lebih dipengaruhi oleh kadar air awal kedelai	(Ali, Rahman, Wadud, Fahim, & Nahar, 2018)

No	Bahan Baku	Negara	Metode Penyimpanan	Karakteristik Kedelai	Referensi
			kaleng, dan <i>glass jar</i> - Penyimpanan selama satu tahun	daripada jenis kemasan penyimpanan. - Kadar <i>dry matter</i> dan tingkat daya kecambah sejalan dengan tingginya kadar air awal kedelai - Penyimpanan kedelai (kondisi telah dikeringkan) pada kemasan plastic polietilen dan <i>plastic pot</i> menunjukkan karakteristik yang terbaik	
6	Kedelai	Pakistan	- Penyimpanan suhu rendah di dalam kulkas (suhu 6°C) - Penyimpanan selama 15 hari - Penyimpanan suhu ruang dengan beberapa jenis kemasan: kantong plastik, karung goni, kendi, kaleng, kontainer	- Kedelai yang tergolong sehat adalah kedelai yang disimpan maksimum 135 hari - Penyimpanan pada suhu rendah (6°C) atau di dalam kontainer memberikan karakteristik kedelai terbaik selama penyimpanan - Penyimpanan pada suhu ruang sebagaimana penyimpanan tradisional oleh petani tidak direkomendasikan	(Agha et al., 2004)

Beberapa penelitian terkait penyimpanan kedelai dengan teknik tradisional tersebut menunjukkan bahwa jenis alat, kondisi lingkungan, jenis kemasan dan perlakuan awal memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kualitas kedelai selama dan pasca penyimpanan. Kualitas peralatan konvensional seperti *mud rhombus storage* perlu ditingkatkan

untuk mencegah terjadinya kontaminasi dan menjaga kondisi lingkungan penyimpanan dengan lebih baik. Selain itu, penyimpanan kedelai secara keseluruhan menunjukkan kualitas kedelai yang lebih baik pada penyimpanan suhu rendah daripada suhu ruang (terkontrol ataupun tidak terkontrol) dan/atau penyimpanan pada suhu yang relatif lebih tinggi serta penyimpanan dengan kemasan yang memiliki permeabilitas yang sesuai seperti plastik jenis polietilen dan kemasan logam/kaleng pada beberapa kondisi. Namun, jenis kemasan perlu disesuaikan lebih lanjut dengan kondisi lingkungan sekitar. Selain jenis kemasan, perlakuan awal berupa fumigasi atau pemberian senyawa kimia lainnya dalam rangka menghambat kontaminasi serta perlakuan pengeringan untuk menurunkan kadar air awal kedelai memegang peranan penting dalam penentuan kualitas akhir kedelai yang disimpan. Proses pengeringan yang efektif dapat berlangsung dengan bantuan alat pengering sederhana. Proses pengeringan menyebabkan penghambatan peristiwa kontaminasi dan penurunan kadar air awal, sehingga pertumbuhan mikroorganisme dan degradasi komponen kedelai selama penyimpanan dapat dihambat. Proses pengeringan dan berbagai variabel selama proses penyimpanan perlu diperhatikan untuk menjaga kualitas kacang kedelai. Tidak hanya kacang kedelai dari negara lain yang perlu diperhatikan, kacang kedelai di Indonesia juga memerlukan perhatian untuk meningkatkan kualitas dan daya saingnya di pasaran.

TEKNIK PENYIMPANAN KACANG KEDELAI DI INDONESIA

Sama halnya dengan mayoritas negara berkembang lainnya, petani kedelai di Indonesia umumnya mengadaptasi penyimpanan terbuka pada suatu areal gudang penyimpanan dan/atau penyimpanan dengan jerami sebagai teknik penyimpanan kacang kedelai. Areal yang dijadikan Gudang penyimpanan merupakan suatu ruangan yang dibangun menggunakan batu bata yang dibakar, lumpur atau balok semen dengan lembaran atap aluminium atau besi. Ruangan dilengkapi dengan dinding, lantai, atap, jendela, pintu, dan ventilasi (Mobolade *et al.*, 2019). Umumnya biji-bijian termasuk kedelai yang akan disimpan diolah dengan pemberian insektisida sintesis untuk mencegah hama. Umumnya, penyimpanan kedelai dilakukan di suatu Gudang komunal yang dijadikan pusat penyimpanan kedelai bersama sebelum pemasaran.

Penyimpanan kedelai perlu memperhatikan beberapa parameter fisik dan kimiawi, seperti parameter kadar air, *dry matter*, porositas, densitas, konduktivitas elektrik, komponen lemak, protein, dan lain-lain. Setiap parameter dalam penyimpanan sangat dipengaruhi perubahannya oleh kondisi penyimpanan (suhu, RH), periode penyimpanan, penanganan awal kedelai yang mempengaruhi kualitasnya, dan jenis varietas kedelai. Oleh karena itu, optimasi proses pada setiap penyimpanan kedelai perlu diperhatikan dengan baik. Karakteristik kedelai pasca penyimpanan dengan kondisi penyimpanan yang berbeda terangkum pada tabel berikut.

Tabel 3. Penyimpanan Kacang Kedelai di Indonesia

No	Topik	Karakteristik Penyimpanan	Karakteristik Hasil Penyimpanan	Referensi
1	Jenis varietas kedelai terhadap daya simpan	Variabel varietas berbeda	• Kedelai var. Cikuray dan Tidar memiliki daya simpan yang lebih baik	(Sukarman dan Raharjo, 2000 dalam

No	Topik	Karakteristik Penyimpanan	Karakteristik Hasil Penyimpanan	Referensi
2	Jenis kemasan terhadap kualitas kedelai selama penyimpanan	Variabel jenis kemasan berbeda, penyimpanan pada suhu 10°C dan RH 20%	<p>daripada kedelai var. Wilis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kedelai yang suhu 10°C dengan kemasan alumunium foil dapat dipertahankan dengan baik. • Umur simpan kedelai yang dikemas alumunium foil pada suhu penyimpanan 10°C mencapai 486 hari 	Purwanti, 2004) (Viera, 2001 dalam Purwanti, 2004)
3	Teknik penyimpanan	Variabel suhu dan jenis kemasan berbeda pada penyimpanan kedelai var. Wilis selama 3, 4, 5, 6 bulan dan 1, 2, 3, 4, 5 tahun: - Penyimpanan terbuka pada suhu $\geq 25^\circ\text{C}$ dengan karung goni - Penyimpanan kedap udara dengan kemasan plastik dan alumunium foil pada suhu $< 20^\circ\text{C}$ dan RH 50-60%	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan mutu kedelai mencapai 75% dalam waktu < 3 bulan penyimpanan terbuka. • Penyimpanan suhu ruang mempertahankan kualitas kedelai hingga 4 bulan. • Penyimpanan suhu rendah mempertahankan kualitas kedelai hingga 5 tahun. • Kondisi lingkungan yang sesuai untuk penyimpanan kedelai adalah lingkungan bersuhu $< 20^\circ\text{C}$ (daerah dataran tinggi) dengan RH 50%. 	(Kartono, 2004)
4	Perbedaan suhu penyimpanan dan varietas kedelai terhadap daya simpan kedelai	Kedelai var. Ciwalen (kedelai hitam) dan var. Wilis (kedelai kuning) disimpan pada dua jenis lingkungan: - Suhu rendah (20-23°C) - Suhu tinggi (27-29°C)	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat perbedaan interaksi dan pengaruh antara warna kulit kedelai, suhu ruang, dan daya simpan kedelai. • Kedelai kuning dan hitam sama-sama memiliki daya simpan yang baik saat disimpan pada suhu rendah. 	(Purwanti, 2004)
5	Jenis kemasan terhadap kualitas kedelai selama penyimpanan		<ul style="list-style-type: none"> • Penyimpanan kedelai terbaik ditunjukkan oleh penyimpanan dengan jerigen. 	(Adri, Yardha, & Nugroho, 2012)

No	Topik	Karakteristik Penyimpanan	Karakteristik Hasil Penyimpanan	Referensi
6	Faktor genetika terhadap kerusakan kedelai selama penyimpanan	Beberapa kedelai dengan varietas yang berbeda disimpan pada kondisi lingkungan bersuhu 27,7-29,9°C, RH 48,9-67,3%: - Kedelai var. Burangrang - Kedelai var. Anjasmoro - Kedelai var. Dering-1 - Kedelai var. Gema	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar air kedelai dipertahankan 8-10% • Kedelai var. biji besar: var. Burangrang dan Anjasmoro mengalami kerusakan lebih cepat (3 bulan) daripada kedelai var. biji kecil: var. Dering-1 dan var. Gema (5 bulan) 	(Hipi, Herawati, Ntb, Raya, & Narmada, 2016)
8	Tingkat deteriorasi (penurunan mutu) kedelai	Penyimpanan kedelai var. Dering-1 dan Detam 2 pada suhu 19-22°C dan RH 64-67% selama 6 bulan	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadi perubahan komponen fisikokimia berupa peningkatan: kadar air, indeks peroksida, dan konduktivitas listrik serta penurunan: komponen protein 	(Noviana, Diratmaja, Qadir, & Suwarno, 2017)
9	Jenis kemasan terhadap umur simpan	Kedelai var. Anjasmoro (suhu ±29°C dan RH 73%, 6 bulan)	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan jeriken plastik dapat mempertahankan umur simpan kedelai hingga 4 bulan 	(Ramadhani, Surahman, & Ernawati, 2018)

Perubahan komponen fisikokimia terutama pada parameter kadar air yang cukup terlihat. Kadar air kedelai semakin meningkat seiring waktu penyimpanan. Kadar air berbanding lurus dengan suhu dan waktu penyimpanan dimana semakin lama waktu penyimpanan, maka kadar air kedelai semakin tinggi. Kadar air kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban relatif ruang tempat penyimpanan karena bersifat higroskopis, sehingga mudah menyerap uap air dari udara sekitar dan mencapai keseimbangan dengan kondisi lingkungan yang menyebabkan semakin tinggi pula laju deteriorasi atau penurunan mutu kedelai (Rahmi, 2016). Selain itu, laju peningkatan kadar air juga berkaitan dengan tingginya komponen protein kedelai. Komoditas dengan komponen protein tinggi cenderung menyerap air lebih cepat sebagaimana kacang kedelai yang mengandung komponen protein cukup tinggi (Pranoto *et al.*, (1990) dalam Rahmi, (2016)). Peningkatan kadar air akan berkorelasi dengan peningkatan deteriorasi kedelai akibat mikroorganisme dan menurunkan umur simpan kedelai.

Penurunan umur simpan kedelai juga dipengaruhi oleh jenis kemasan dan kondisi internal kedelai (sisi genetik). Penggunaan kemasan yang tepat dapat memperlambat laju alir udara melalui permeasi yang sesuai. Beberapa jenis kemasan dilibatkan dalam evaluasi penyimpanan kedelai sebagaimana tertera pada Tabel 1 di atas. Jenis kemasan yang paling umum digunakan pada penyimpanan kedelai di Indonesia adalah kemasan karung goni. Meskipun karung goni sudah cukup efektif dalam menyimpan kedelai, tetapi ada jenis kemasan lainnya yang ternyata lebih efektif dalam menjaga kualitas kedelai seperti alumunium foil dan jeriken plastic meskipun penggunaannya berbeda dimana karung goni diperuntukkan untuk penyimpanan skala industri (besar) sedangkan kemasan lainnya cenderung lebih sesuai untuk penyimpanan skala kecil. Penggunaan karung goni pada sistem penyimpanan terbuka di Indonesia dapat disiasati dengan pengaturan kondisi lingkungan areal Gudang penyimpanan untuk mempertahankan kualitas kedelai atau menghambat laju penurunan kualitas kedelai. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah suhu, RH, waktu penyimpanan. Penyimpanan terbuka dapat menurunkan mutu kedelai hingga 75% dalam waktu kurang dari 3 bulan penyimpanan, meskipun kualitas kedelai dapat dipertahankan hingga 4 bulan. Penerapan penyimpanan suhu dan RH rendah dapat diaplikasikan untuk mempertahankan kualitas kedelai bahkan dapat memperpanjang umur simpannya hingga 5 tahun. Kondisi lingkungan yang sesuai untuk penyimpanan kedelai adalah lingkungan bersuhu di bawah 20°C atau di daerah dataran tinggi dengan RH 50% (Kartono, 2004). Selain faktor eksternal berupa kondisi penyimpanan dan jenis kemasan yang digunakan, faktor internal berupa varietas turut serta mempengaruhi kualitas kedelai selama penyimpanan. Kedelai dengan varietas berbeda akan memberikan pengaruh perubahan yang berbeda selama proses penyimpanannya.

Pengaruh varietas terhadap umur simpan kedelai berkaitan dengan sifat genetisnya. Sifat genetik kedelai tercermin dari warna kulit dan tidak hanya sebagai pembeda organoleptik kedelai saja, melainkan kualitasnya juga (Purwanti, 2004). Genetika memiliki keterkaitan dengan permeabilitas kedelai yang secara tidak langsung berimplikasi terhadap kadar air dan perubahan mutu selama penyimpanan. Mugnisyah (1991) dikutip (Purwanti, 2004) membuktikan bahwa varietas kedelai berbiji sedang-kecil (kulit berwarna gelap) memiliki tingkat permeabilitas rendah dan ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi penyimpanan yang kurang optimal daripada kedelai varietas berbiji besar (berwarna terang). Sukarman dan Raharjo (2000) juga membuktikan bahwa kedelai varietas berbiji kecil (kulit berwarna gelap) lebih toleran terhadap kerusakan fisik daripada varietas berbiji besar (berkulit terang) dimana kedelai varietas Cikuray (berbiji sedang, kulit berwarna hitam) dan varietas Tidar (berbiji kecil, kulit berwarna kuning) memiliki daya simpan yang lebih baik daripada kedelai varietas Wilis (berbiji sedang, berkulit kuning). Kedelai varietas Cikuray dan varietas Tidar memiliki kualitas dan daya kecambah baik selama lima bulan penyimpanan, sedangkan kedelai varietas Wilis mengalami penurunan kualitas setelah lima bulan penyimpanan.

PENGARUH PENYIMPANAN TERHADAP SIFAT FUNGSIONAL KACANG KEDELAI

Perubahan yang terjadi selama proses penyimpanan kedelai berkaitan erat dengan penurunan aspek fisik dan organoleptik. Penurunan atribut mutu ini secara tidak langsung mempengaruhi sifat fungsional kacang kedelai selama pengolahan yang secara tidak langsung

mempengaruhi tingkat penerimaan sensori terhadap produk olahan kedelai. Hal ini dapat berimplikasi terhadap nilai ekonomis *stored soybean grains*. Beberapa sifat fungsional kacang kedelai yang perlu diperhatikan yaitu tingkat hidrasi, tekstur, dan warna selama dan setelah proses pemasakan produk olahan kacang kedelai (Hou dan Chang, 2004; Yousif, 2014).

Perubahan sifat fungsional kacang kedelai salah satunya dibuktikan melalui penelitian Yousif, (2014). Perubahan yang teridentifikasi dari proses penyimpanan kedelai selama 12 bulan terhadap kedelai dengan tiga kondisi *moisture content* berbeda (9, 11, 13%) pada suhu penyimpanan (10, 20, 30°C) antara lain: peningkatan *moisture content* kedelai terutama kedelai dengan *moisture content* 13% pada suhu penyimpanan 30°C. Kedelai ini menunjukkan adanya peningkatan hidrasi setelah 6 jam perendaman yang berimplikasi terhadap peningkatan karakteristik tekstur, perubahan warna berupa penurunan tingkat kecerahan. Perubahan ini menyebabkan kedelai memiliki warna yang lebih gelap dan umur simpan yang lebih singkat. Selain itu, nilai fungsional kedelai akan mempengaruhi kemudahan proses pengolahan dan tingkat penjualan produk olahan kedelai nantinya. Apabila ditinjau dari segi ekonomis penyimpanan, maka kedelai direkomendasikan untuk disimpan pada kondisi lingkungan bersuhu 20°C dengan kadar air awal kedelai 9%. Penyimpanan suhu rendah dapat menghambat perubahan mutu kedelai. Krisnawati *et al.*, (2003) menyatakan bahwa pada suhu rendah aktivitas enzim ditekan sehingga proses respirasi menjadi lebih lambat, sedangkan kondisi suhu tinggi menyebabkan aktivitas enzim lebih tinggi, sehingga proses respirasi terakselerasi atau berlangsung dengan lebih cepat mengakibatkan perombakan komponen dengan lebih cepat pula

POTENSI PENGEMBANGAN TEKNIK PENYIMPANAN

Penggunaan pestisida hewani untuk mengurangi hama dapat diminimalisasi dan digantikan dengan penggunaan pestisida nabati. Pestisida nabati memiliki keunggulan daripada pestisida kimiawi dari segi keamanan karena tingkat resistensi yang lebih rendah dan harga yang relatif lebih murah. Pestisida nabati yang potensial untuk diaplikasikan pada penyimpanan kedelai adalah pestisida Nimba yang memiliki kandungan zat aktif azadirachtin yang memiliki kemampuan membunuh serangga hama *Tribolium castaneum* Hbst yang menyerang kedelai. Penggunaan pestisida serbuk daun nimba 1% dapat mempertahankan kuantitas kacang kedelai selama penyimpanan (Hanum & Martiningsih, 2016). Selain itu, proses pengeringan juga dapat dilakukan untuk menurunkan kadar air kedelai dalam rangka mengoptimalkan kualitas kedelai selama penyimpanan.

Kacang kedelai yang diberikan pengeringan awal pada suhu 35°C menunjukkan karakteristik kedelai selama penyimpanan yang lebih baik daripada kacang kedelai tanpa proses pengeringan. Proses pengeringan yang optimal berlangsung pada sistem terotomasi dan teraerasi (Carteri *et al.*, 2020). Namun, penerapan teknik pengeringan sederhana pada sistem penanganan tradisional cukup menekan kadar air meskipun penurunannya tidak semaksimal pengeringan modern. Saat ini telah dikembangkan sistem *heat pipe technology* (HPT) untuk pengeringan kedelai yang berguna untuk menghilangkan atau mengurangi tingkat kelembaban uap udara sebelum dihembuskan ke kacang kedelai dalam rangka efisiensi proses pengeringan dan penurunan dampak kerusakan *thermal* yang tidak diharapkan pada kedelai. Pengeringan

dengan sistem HPT menunjukkan lama waktu pengeringan 2 jam 29 menit untuk menurunkan kadar air dari 17.5% ke 11.1% tanpa adanya penurunan derajat perkecambahan (Krzyzanowski, West, & França Neto, 2006). Oleh karena itu, sistem HPT dapat diadaptasi oleh petani kedelai di negara subtropics maupun tropis untuk menggantikan teknik pengeringan manual yang selama ini hanya mengandalkan tenaga matahari.

KESIMPULAN

Upaya peningkatan nilai saing kacang kedelai produksi dalam negeri dapat dilakukan salah satunya dengan menjaga kualitasnya sejak masa penyimpanan. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam proses penyimpanan kedelai antara lain instrument penyimpanan, kondisi lingkungan penyimpanan, kondisi awal kedelai pasca pemanenan, jenis kemasan penyimpanan, dan perlakuan awal. Kondisi penyimpanan yang disarankan adalah suhu rendah (suhu < 20°C dan RH < 50%). Meskipun, teknik penyimpanan tradisional pada suhu ruang masih dapat diterapkan. Penyimpanan dengan karung goni di dalam gudang tetap dapat diterapkan dengan mengoptimasi kondisi penyimpanan terbaik bagi kedelai. Selain itu, proses penanganan awal berupa pemberian insektisida nabati, proses pengeringan menggunakan alat pengering sederhana dan penerapan sistem HPT dapat diterapkan untuk menghambat deteriorasi kedelai melalui penurunan kadar air awal kedelai serta penurunan risiko kontaminasi dan deteriorasi alamiah dan mekanis seminimal mungkin. Melalui proses penyimpanan yang optimum, maka kacang kedelai dapat disimpan hingga beberapa tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Adri, Yardha, & Nugroho, H. (2012). Penyimpanan Benih Spesifik Lokasi Untuk Menjamin Ketersediaan Benih Dalam Mendukung Swasembada Kedelai 2014. *Prosiding InSINas*, (1), 50–56.
- Agha, S.K., Z.H., M., M., H., & G.H., J. (2004). Emerging of Healthy Seedlings of Soyabean as Influenced by Seed Storage Containers. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(1), 42–44.
- Akeme Cyril, N., Blair Moses, K., Slamet, W., & Yohanese Aris, P. (2019). Improving postharvest handling of soybean (*Glycine Max (L.) Merrill*) in Cameroon. *Journal of Applied and Physical Sciences*, 5(2). <https://doi.org/10.20474/japs-5.2.2>
- Aldillah, R. (2015). Proyeksi Produksi dan Konsumsi Kedelai Indonesia. *Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia ABSTRAK*, 8 (1) : 9-239–23.
- Ali, M., Rahman, M., Wadud, M., Fahim, A., & Nahar, M. (2018). Effect of Seed Moisture Content and Storage Container on Seed Viability and Vigour of Soybean. *Bangladesh Agronomy Journal*, 21(1), 131–141. <https://doi.org/10.3329/baj.v21i1.39392>
- Carteri, P., Boff, M., Oliveira, D., Oliveira, L. De, Abreu, G., Souza, C. De, Eduardo, P. (2020). Technological and sustainable strategies for reducing losses and maintaining the quality of soybean grains in real production scale storage units. *Journal of Stored Products Research*, 87, 101624. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101624>
- de Alencar, Ernandes R., Faroni, L. R. D., Peternelli, L. A., da Silva, M. T. C., & Costa, A. R. (2010). Influence of soybean storage conditions on crude oil quality. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*, 14(3), 303–308. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662010000300010>
- de Alencar, Ernandes Rodrigues, & DAntonino Faroni, L. R. (2011). Storage of Soybeans and

- Its Effects on Quality of Soybean Sub-Products. *Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products*, (October). <https://doi.org/10.5772/18022>
- FAO. (2002). SOYBEANS Post-harvest Operations. Diambil 19 Desember 2020, dari INPhP - Post-harvest Compendium website: <http://www.fao.org/3/a-ax444e.pdf#page=34&zoom=100,90,94>
- Hanum, F., & Martiningsih, N. G. A. G. E. (2016). Efektivitas Pestisida Nabati Daun Nimba Terhadap Serangan Hama *Tribolium castaneum* Hbst Pada Kacang Kedelai Di Penyimpanan. *AGRIMETA: Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*, 4(1), 64–75.
- Hipi, A., Herawati, N., Ntb, B., Raya, J., & Narmada, P. (2016). Kajian Daya Simpan Benih Beberapa Varietas Kedelai. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian, Juli*, 769–775. Banjarbaru.
- HOU, H. J., & CHANG, K. C. (2004). Storage Conditions Affect Soybean Color, Chemical Composition And Tofu Qualities. *Journal of Food Processing and Preservation*, 28(2004), 473–488.
- Kartono. (2004). Teknik Penyimpanan Benih Kedelai Varietas Wilis Pada Kadar Air Dan Suhu Penyimpanan Yang Berbeda. *Buletin Teknik Pertanian*, 9(3), 79–82.
- Khatri-Chhetri, A., Aggarwal, P. K., Joshi, P. K., & Vyas, S. (2017). Farmers' prioritization of climate-smart agriculture (CSA) technologies. *Agricultural Systems*, 151, 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.10.005>
- Krzyzanowski, F. C., West, S. H., & França Neto, J. D. B. (2006). Drying soybean seed using air ambient temperature at low relative humidity. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(2), 77–83. <https://doi.org/10.1590/s0101-31222006000200010>
- Mbofung, G. C. Y. (2012). *Effects of maturity group, seed composition and storage conditions on the quality and storability of soybean (Glycine max L. Merrill) seed Recommended Citation* (Iowa State University). Diambil dari <https://lib.dr.iastate.edu/etd>
- Mobolade, A. J., Bunindro, N., Sahoo, D., & Rajashekar, Y. (2019). Traditional methods of food grains preservation and storage in Nigeria and India. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(2), 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2019.12.003>
- Narayan, R., Chauhan, G. S., & Verma, N. S. (1988). Changes in the quality of soybean during storage. Part 1-Effect of storage on some physico-chemical properties of soybean. *Food Chemistry*, 27(1), 13–23. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(88\)90032-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(88)90032-5)
- Natarajan, M., & Govind, S. (2006). Indigenous agricultural practices among tribal women. In *Indian Journal of Traditional Knowledge* (Vol. 5).
- Nduku, T. M., De Groote, H., & Nzuma, J. (2013). Comparative Analysis of Maize Storage Structures in Kenya. *4th Conference of the African Association of Agricultural Economists (AAAE), 22-25 September 2013, Tunisia*, (September), 22–25.
- Noviana, I., Diratmaja, I. A., Qadir, A., & Suwarno, F. C. (2017). Estimation Of Soybean Seed (*Glycine Max L. Merr*) Deterioration During Storage. *Jurnal Pertanian Agros*, 19(1), 1–12.
- Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (n.d.). *Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Purwanti, S. (2004). Study Of Storage Temperature On The Quality Of Black And Yellow Soybean Seed. *Ilmu Pertanian*, 11(1), 22–31.
- Rahmi. (2016). Shelf-life Soybean of Seed Estimation Using Accelerated Shelf-life Testing (ASLT) Method Suci. *JTEP Jurnal Keteknik Pertanian*, 4(1), 75–80.
- Ramadhani, F., Surahman, M., & Ernawati, A. (2018). The Effect of Packaging Material Types

on Storage Endurance of Soybean Seed (*Glycine max* (L.) Merrill) Anjasmoro Varieties.
Bul. Agrohorti, 6(1), 21–31.

Yousif, A. M. (2014). Soybean Grain Storage Adversely Affects Grain Testa Color, Texture and Cooking Quality. *Journal of Food Quality*, 37(1), 18–28.
<https://doi.org/10.1111/jfq.12064>