



## INOVASI TEKNOLOGI PENANGANAN PASCAPANEN PALA (*Myristica fragrans houtt*) UNTUK MITIGASI KONTAMINASI AFLATOKSIN GUNA MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN DAN HILIRISASI AGROINDUSTRI DI PROVINSI MALUKU

Edwen D. Waas<sup>1\*</sup>, Rein S. Senewe<sup>1</sup>, A. Kastanya<sup>2</sup>, A.S. Mahulette<sup>2</sup>, Sheny S. Kaihatu<sup>1</sup>,  
 Risma F. Suneth<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Organisasi Riset Pertanian Pangan, Pusat Riset Tanaman Perkebunan, Badan Riset Inovasi  
 Nasional/BRIN, KST Soekarno, Jl. Raya Jakarta-Bogor, Kabupaten Bogor, Cibinong

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Ambon, Jl. Ir. M. Putuhena, Poka Kecamatan  
 Teluk Ambon

\* Email: [edwenwaas@gmail.com](mailto:edwenwaas@gmail.com)

| Article Info                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Article History</b><br/>           Received : 02-06-2026<br/>           Accepted : 30-06-2026<br/>           Online : 02-07-2026</p> <p><b>Kata Kunci:</b><br/>           pascapanen pala;<br/>           kontaminasi aflatoksin;<br/> <i>Good Handling Practices</i>;<br/>           ketahanan pangan;<br/>           hilirisasi agroindustri;</p> <p><b>Keywords</b><br/> <i>Nutmeg postharvest</i>;<br/> <i>aflatoxin contamination</i>;<br/> <i>Good Handling Practices</i>;<br/> <i>food security</i>;<br/> <i>agro-industrial downstream</i><br/> <i>development</i>;</p> | <p><b>Abstrak:</b> Indonesia merupakan pemasok pala terbesar dunia, namun penolakan berulang oleh Uni Eropa akibat kontaminasi aflatoksin mengancam daya saing sistem produksi pala berbasis petani kecil, khususnya di Provinsi Maluku. Penelitian ini mengkaji praktik penanganan pascapanen dan tingkat kontaminasi aflatoksin di sepanjang rantai pasok pala untuk mengevaluasi penerapan Peraturan Menteri Pertanian No. 53/2012 tentang <i>Good Handling Practices</i>. Metode survei deskriptif kualitatif dipadukan dengan analisis laboratorium (HPLC) dilakukan pada sebelas titik sampel di enam kabupaten/kota, melibatkan petani, pengumpul desa, dan eksportir. Dari 28 sampel biji pala yang dianalisis, tiga sampel terindikasi tercemar aflatoksin dengan nilai 13,7–3.882 µg/kg, jauh di atas ambang Uni Eropa sebesar 10 µg/kg, dan ketiganya berasosiasi dengan kadar air tinggi (14–27%) akibat proses pengeringan yang belum tuntas. Sebaliknya, sampel kualitas ekspor secara konsisten menunjukkan kadar <i>aflatoxin</i> total di bawah 2,0 µg/kg. Tahap pengeringan di tingkat petani dan penyimpanan di tingkat pengumpul teridentifikasi sebagai titik kepatuhan paling lemah, terutama akibat terbatasnya fasilitas pengering dan gudang penyimpanan pada musim hujan. Temuan ini menegaskan perlunya teknologi pengeringan yang terjangkau dan adaptif terhadap iklim, perbaikan fasilitas penyimpanan, serta penguatan kapasitas petani untuk menjamin keamanan pangan, menekan kehilangan hasil pascapanen, dan mempercepat hilirisasi agroindustri pala di tengah variabilitas iklim yang semakin meningkat.</p> <p><b>Abstract:</b> Indonesia is the world's largest supplier of nutmeg; however, repeated rejections by the European Union due to aflatoxin contamination threaten the competitiveness of smallholder-based nutmeg production systems, particularly in Maluku Province. This study examines postharvest handling practices and aflatoxin contamination levels along the nutmeg supply chain to evaluate the implementation of the Indonesian Minister of Agriculture Regulation No. 53/2012 on <i>Good Handling Practices</i>. A qualitative descriptive survey method was combined with laboratory analysis (HPLC), conducted at eleven sampling points across six districts/cities, involving farmers, village</p> |

collectors, and exporters. Of the 28 nutmeg kernel samples analyzed, three were found to be contaminated with aflatoxins, with levels ranging from 13.7 to 3,882  $\mu\text{g/kg}$ —far exceeding the European Union threshold of 10  $\mu\text{g/kg}$ . These contaminated samples were associated with high moisture content (14–27%) due to incomplete drying processes. In contrast, export-quality samples consistently showed total aflatoxin levels below 2.0  $\mu\text{g/kg}$ . The drying stage at the farm level and storage at the collector level were identified as the weakest compliance points, mainly due to limited drying facilities and storage infrastructure, especially during the rainy season. These findings highlight the urgent need for affordable and climate-adaptive drying technologies, improved storage facilities, and strengthened farmer capacity. Such measures are essential to ensure food safety, reduce postharvest losses, and accelerate the downstream development of the nutmeg agroindustry amid increasing climate variability.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license

## A. PENDAHULUAN

Pala (*Myristica fragrans* Houtt) merupakan komoditas rempah unggulan Indonesia yang memasok sekitar 66–77% kebutuhan pala dunia, dengan 99,2% produksinya diusahakan oleh petani kecil yang tersebar terutama di lima provinsi, yaitu Maluku, Maluku Utara, Aceh, Sulawesi Utara, dan Papua Barat. Negara tujuan ekspor utama pala Indonesia adalah Uni Eropa, Vietnam, Amerika Serikat, Jepang, dan India, dengan nilai ekspor tahun 2014 didominasi oleh Uni Eropa (39,20%), diikuti Vietnam (18,34%) dan Amerika Serikat (13,86%) (Kementan, 2014).

Provinsi Maluku merupakan salah satu sentra produksi utama pala nasional dengan luas areal mencapai 31.675 ha dan produksi 5.774 ton pada tahun 2018, atau sekitar 11% dari total produksi nasional, berada di bawah Maluku Utara (8.325 ton) dan Aceh (6.273 ton) (Ditjenbun, 2018). Pala dari jenis *Myristica fragrans* Houtt, yang berasal dari Pulau Banda, memiliki mutu dan produktivitas terbaik dibandingkan jenis pala lain seperti pala Papua (*M. argentea*) dan pala Liat, sehingga menjadi jenis utama yang diusahakan untuk tujuan ekspor. Sebagai tanaman tahunan yang dapat berproduksi hingga umur 60–70 tahun, pala memiliki nilai ekonomi jangka panjang bagi rumah tangga petani, dengan biji dan fuli sebagai produk utama, serta daging buah, minyak atsiri, dan turunannya (manisan, sirup, oleoresin) sebagai potensi produk hilir bernilai tambah yang belum banyak dikembangkan di tingkat petani.

Sayangnya, potensi besar tersebut berhadapan dengan persoalan keamanan pangan yang kronis. Selama dua dekade terakhir, ekspor pala Indonesia ke Uni Eropa berulang kali ditolak akibat kontaminasi aflatoxin, racun karsinogenik yang dihasilkan oleh kapang *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*. Tercatat 53 dari 80 kasus penolakan (62%) pala Indonesia oleh Uni Eropa pada periode 2000–2020 disebabkan oleh aflatoxin, dengan kandungan aflatoxin B1 mencapai 6,4–120  $\mu\text{g/kg}$  dan aflatoxin total 10,1–140  $\mu\text{g/kg}$ , jauh melampaui ambang batas Uni Eropa dalam EU Regulation No. 165/2010 (aflatoxin B1 maksimal 5  $\mu\text{g/kg}$  dan total 10  $\mu\text{g/kg}$ ). Pada periode 2009–2011 saja tercatat 20 kasus penolakan yang dipublikasikan melalui Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), dengan 95% kasus disebabkan oleh kontaminasi aflatoxin B1 dan sisanya oleh logam berat merkuri.

Sebagai respons atas persoalan ini, Kementerian Pertanian menerbitkan Peraturan Menteri Pertanian No. 53/Permentan/OT.140/9/2012 tentang Penanganan Pascapanen Pala dan Fuli, yang mengacu pada prinsip Good Handling Practices (GHP) sebagaimana diatur dalam Permentan No. 44/2009. Namun demikian, kasus penolakan pala oleh Uni Eropa masih berlanjut bahkan setelah regulasi tersebut diberlakukan, dengan 19 kasus tercatat pada periode 2013–2020 yang disebabkan oleh kontaminasi aflatoxin (88%) dan kapang (12%).

Kondisi berulangnya penolakan ini mengindikasikan bahwa penerapan Permentan No. 53/2012 di lapangan, khususnya pada rantai pasok pala di Provinsi Maluku, masih belum optimal dan memerlukan kajian empiris untuk mengidentifikasi titik kritisnya secara spesifik.

Persoalan ini menjadi semakin kompleks ketika dikaitkan dengan kondisi iklim tropis basah di Provinsi Maluku. Curah hujan yang tinggi dan tidak menentu, ditambah kelembaban udara yang konsisten tinggi (rata-rata 86–95%), menjadikan pengeringan alami berbasis sinar matahari—metode yang masih dominan digunakan petani—menjadi sangat rentan terhadap kegagalan, terutama pada musim hujan. Sejalan dengan proyeksi perubahan iklim yang memperbesar variabilitas dan intensitas curah hujan di kawasan tropis, risiko kegagalan pengeringan dan akumulasi kadar air pada biji pala diperkirakan akan terus meningkat di masa depan, sehingga risiko kontaminasi aflatoksin juga akan semakin tinggi apabila tidak diantisipasi dengan inovasi teknologi pascapanen yang adaptif.

Selain dimensi teknis lapangan, dimensi hilirisasi agroindustri juga menjadi perhatian penting. Saat ini terdapat beberapa local champion di Provinsi Maluku yang telah membangun rantai nilai ekspor pala, antara lain PT. Kamboti Rempah Maluku (PT. KRM) yang mengekspor ke Belanda, CV. Maenusu yang mengekspor ke Tiongkok melalui mitra di Jakarta, dan PT. Bayumas yang mengirim biji pala melalui Surabaya. CV. Maenusu, misalnya, melibatkan sekitar 2.000 petani melalui jejaring sepuluh pengumpul di lima kabupaten/kota dengan volume ekspor 1–2 kontainer (14–16 ton) per bulan. Pemerintah Provinsi Maluku bahkan telah memfasilitasi ekspor langsung perdana ke Tiongkok melalui Pelabuhan Ambon pada Maret 2021, yang merupakan ekspor langsung pertama sejak tahun 1999. Namun demikian, upaya hilirisasi dan ekspor langsung ini masih dihadapkan pada sejumlah kendala struktural, mulai dari minimnya infrastruktur pelabuhan dan kontainer ekspor, terbatasnya logistik antarpulau, hingga rendahnya kesadaran dan kualitas penanganan pascapanen di tingkat hulu—seluruhnya berakar pada lemahnya fondasi penanganan pascapanen yang menjadi fokus penelitian ini.

Dalam konteks tema transformasi pertanian berkelanjutan melalui inovasi teknologi dan hilirisasi agroindustri untuk ketahanan pangan di era perubahan iklim, permasalahan kontaminasi aflatoksin pada pala menjadi sangat relevan untuk dikaji secara mendalam. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan Penelitian, Pengembangan, dan Perekayasaan di Bidang Teknologi dan Inovasi yang diinisiasi oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Maluku, dengan sasaran wilayah meliputi Kabupaten Seram Bagian Barat, Kota Ambon, Kabupaten Buru, Kabupaten Buru Selatan, Kabupaten Maluku Tengah, dan Kabupaten Seram Bagian Timur, dalam rangka mengoptimalkan fungsi sistem kemasyarakatan dan tata kelola pemerintah daerah untuk pembangunan ekonomi berkelanjutan berbasis komoditas unggulan lokal.

Permasalahan komoditas pala di Maluku sebagian besar juga dialami daerah penghasil pala lain di Indonesia, antara lain: tanaman kurang produktif akibat usia tua dan minimnya peremajaan; tingkat kesuburan lahan yang menurun; tingginya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT); mutu hasil yang belum memenuhi SNI; cemaran mikotoksin (aflatoksin, okratoksin); penanganan rantai pasok yang belum tertata; pencampuran mutu dan varietas yang berbeda; agroindustri hilir yang belum berkembang; serta sumber daya manusia dan kelembagaan petani yang belum optimal. Di antara berbagai permasalahan tersebut, kontaminasi aflatoksin menjadi aspek yang paling kritis dalam pengembangan ekspor pala ke mancanegara, mengingat sebanyak 95% penolakan ekspor pala Indonesia ke Uni Eropa dalam lima tahun terakhir disebabkan oleh kontaminasi tersebut. Kontaminasi aflatoksin diduga dipicu oleh penanganan pascapanen yang tidak sesuai dengan prinsip-prinsip GHP pada rantai pasok pala, baik di tingkat petani, pengumpul, maupun eksportir, serta kurangnya perhatian terhadap tahap-tahap kritis selama pascapanen. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana penerapan Permentan No. 53/2012 pada rantai

pasok pala di Maluku, serta mengevaluasi peran instansi pembina pusat dan daerah dalam mencegah timbulnya kontaminasi aflatoksin.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan dan mengidentifikasi praktik penanganan panen dan pascapanen pala pada rantai pasok di enam kabupaten/kota di Provinsi Maluku; (2) mengevaluasi tingkat kontaminasi aflatoksin pada sampel biji pala dari berbagai titik rantai pasok melalui analisis laboratorium; (3) mengidentifikasi titik kritis penerapan Permentan No. 53/2012 sebagai dasar perumusan kebutuhan inovasi teknologi pascapanen; serta (4) memberikan rekomendasi kebijakan dan teknologi yang relevan untuk mendukung ketahanan pangan dan hilirisasi agroindustri pala di era perubahan iklim.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan informasi dan masukan bagi penerapan Permentan No. 53/2012 di tingkat lapangan, sebagai dasar bagi pemerintah daerah dalam merancang program intervensi teknologi pascapanen yang adaptif terhadap iklim, serta sebagai masukan bagi pelaku usaha (petani, pengumpul, dan eksportir) dalam upaya meningkatkan keamanan dan daya saing pala Maluku di pasar domestik maupun internasional. Unsur kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi data survei lapangan multi-kabupaten dengan analisis laboratorium kuantitatif (HPLC) yang secara langsung menghubungkan praktik penanganan di tingkat petani dan pengumpul dengan tingkat kontaminasi aflatoksin aktual, sehingga rekomendasi yang dihasilkan bersifat berbasis bukti (evidence-based) dan dapat diarahkan pada titik intervensi teknologi yang paling kritis.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dipadukan dengan metode eksperimental laboratorium untuk menentukan tingkat kontaminasi aflatoksin pada sampel biji pala.

### 1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di enam kabupaten/kota sentra produksi pala di Provinsi Maluku, yaitu Kabupaten Maluku Tengah, Seram Bagian Timur, Seram Bagian Barat, Buru, Buru Selatan, dan Kota Ambon, dengan sebelas titik pengambilan sampel yang mencakup tiga tingkatan rantai pasok (tingkat petani/pascapanen, tingkat pengeringan-penyimpanan pengumpul, dan tingkat eksportir).

**Tabel 1.** Lokasi pengambilan sampel penelitian

| No. | Kabupaten/Kota     | Lokasi                 |
|-----|--------------------|------------------------|
| 1.  | Maluku Tengah      | Tehoru, Leihitu, Banda |
| 2.  | Seram Bagian Timur | Kesui, Bula            |
| 3.  | Buru Selatan       | Leksula                |
| 4.  | Ambon              | Leitimur Selatan       |
| 5.  | Seram Bagian Barat | Kec. Kairatu           |
| 6.  | Buru               | Batabual               |

### 2. Alat dan Bahan

Bahan utama penelitian adalah sampel biji pala kering yang diperoleh dari petani, pengumpul, dan eksportir pada lokasi survei. Analisis sifat fisik dan tampilan mikroskopik biji pala dilakukan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Pattimura, analisis kadar air dan preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Pattimura, sedangkan analisis kandungan aflatoksin dilakukan di Balai Besar Industri Agro, Kementerian Perindustrian RI, Bogor, menggunakan instrumen High Performance Liquid Chromatography (HPLC).

### 3. Rancangan dan Cara Kerja

Penelitian bersifat non-eksperimental deskriptif dengan unit analisis berupa rantai pasok pala (petani, pengumpul, dan eksportir). Pengumpulan data dilakukan melalui:

1. Wawancara terstruktur (kuisioner) kepada petani, pengumpul, dan eksportir terkait praktik budidaya, panen, dan pascapanen pala;
2. Pengamatan langsung (observasi) terhadap kondisi pengeringan, penyimpanan, dan fasilitas pascapanen di lokasi survei;
3. Pengambilan sampel biji pala kering pada 28 titik (petani, pengumpul, dan eksportir) untuk dianalisis kadar air, sifat fisik mikroskopik, dan kandungan aflatoksin.

### 4. Analisis Data

Data hasil wawancara dan observasi dianalisis secara deskriptif untuk memetakan kondisi penerapan Good Handling Practices pada setiap simpul rantai pasok, mengacu pada parameter Permentan No. 53/2012, meliputi: panen, pemisahan daging buah-biji-fuli, pengeringan, sortasi, pengemasan, dan penyimpanan. Kadar air biji pala dianalisis menggunakan metode gravimetri. Kandungan aflatoksin (B1, B2, G1, G2) dianalisis menggunakan HPLC, melalui tahapan ekstraksi sampel dengan pelarut metanol-akuades (80:20), partisi menggunakan n-heksana, dan ekstraksi lanjutan menggunakan kloroform, sebelum dilakukan injeksi pada sistem HPLC. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan ambang batas aflatoksin yang ditetapkan Uni Eropa (EU Regulation No. 165/2010): aflatoksin B1 maksimal 5 µg/kg dan aflatoksin total maksimal 10 µg/kg.

### 5. Variabel dan Indikator Pengamatan

Indikator yang diamati pada setiap simpul rantai pasok mengacu pada parameter kepatuhan GHP dalam Permentan No. 53/2012, meliputi: (1) umur dan cara panen; (2) waktu dan metode pemisahan daging buah-biji-fuli; (3) metode, lama, dan tempat pengeringan; (4) praktik sortasi berdasarkan kelas mutu; (5) jenis kemasan dan lama penyimpanan sebelum dijual; serta (6) ketersediaan fasilitas pendukung seperti alat pengering mekanis dan gudang penyimpanan. Indikator tambahan berupa kondisi iklim mikro (curah hujan dan kelembaban) pada masing-masing lokasi survei juga dicatat untuk menganalisis keterkaitannya dengan praktik pengeringan dan tingkat kontaminasi aflatoksin.

Jenis penelitian yang digunakan yaitu studi literatur. Metode studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengolah bahan penelitian. Data yang digunakan berasal dari textbook, jurnal, artikel ilmiah, literature review yang berisikan tentang konsep yang diteliti (Nofitria, 2022).

Tanaman pala merupakan tumbuhan berbatang sedang dengan tinggi mencapai 18 m, berdaun bulat telur atau lonjong yang selalu hijau sepanjang tahun (evergreen). Pala dari jenis *Myristica fragrans* Houtt termasuk dalam famili Myristicaceae yang terdiri atas 15 genus dan 250 spesies, dan merupakan tanaman keras yang dapat berumur lebih dari 100 tahun. Di Indonesia, selain *Myristica fragrans* Houtt yang merupakan jenis utama dan berasal dari Pulau Banda, dikenal pula *M. argentea* Warb. (pala Papua/Papuanoot) yang tumbuh di kawasan kepala burung Papua Barat dengan mutu di bawah pala Banda, serta *M. schefferi* Warb., *M. speciosa*, dan *M. succanea* yang umumnya tidak memiliki nilai ekonomi penting.

Tanaman pala rata-rata mulai berbuah pada umur 5–6 tahun, kemudian hasilnya meningkat hingga mencapai optimum pada umur rata-rata 25 tahun, dan produksi optimum ini dapat bertahan hingga umur 60–70 tahun sebelum menurun pada umur 100 tahun atau lebih (Rismunandar, 1992). Buah pala terdiri dari 83,3% daging buah, 3,22% fuli, 3,94% tempurung biji, dan 9,54% daging biji. Biji dan fuli merupakan produk utama yang diekspor, sementara daging buah muda banyak diolah menjadi manisan, permen, sirup, dan jus pala. Minyak pala hasil penyulingan biji muda merupakan bahan baku industri farmasi, sabun, parfum, dan kosmetik, sedangkan mentega pala (trimiristin) dapat dimanfaatkan sebagai minyak makan maupun bahan kosmetik—menjadikan pala komoditas dengan potensi hilirisasi multi-produk yang luas.

## 6. Aflatoksin pada Komoditas Rempah

Aflatoksin merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan terutama oleh kapang *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*. Konsumsi aflatoksin dalam jangka panjang dapat menyebabkan kanker hati, dan akumulasinya dapat menurunkan daya tahan tubuh terhadap serangan penyakit (IARC, 2002). *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus* sering mengontaminasi komoditas pertanian seperti kacang-kacangan, jagung, sereal, dan rempah-rempah (Pooja et al., 2015; Walid et al., 2014), dengan kontaminasi yang dapat terjadi pada saat panen, pengolahan, hingga penyimpanan (Ashiq et al., 2014). Penelitian Ezekiel et al. (2013) terhadap 36 sampel rempah dari Lagos, Nigeria (lada Ashanti, lada hitam, dan pala calabash) menemukan 67% sampel terkontaminasi kapang genus *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, dan *Rhizopus*. Penelitian Okano et al. (2012) terhadap 25 sampel pala asal Indonesia juga menemukan kontaminasi aflatoksin B dan G, yang diproduksi oleh kapang *A. nomius* dan *A. bombycis*. Aflatoksin terdiri dari enam jenis utama, yaitu B1, B2, G1, G2, M1, dan M2, dengan aflatoksin B1 sebagai jenis paling karsinogenik.

## 7. Penanganan Pascapanen dan Good Handling Practices

Mutu biji dan fuli pala dipengaruhi oleh faktor prapanen (jarak tanam, pemeliharaan tanaman), faktor panen (waktu dan cara panen), serta faktor pascapanen (penanganan buah setelah panen). Buah yang dipanen terlalu muda menghasilkan biji dan fuli bermutu rendah, sementara penjemuran yang tergesa-gesa atau suhu pengeringan berlebih dapat menyebabkan biji pecah atau berkerut (Nurdjannah, 2007). Menurut Permentan No. 53/2012, pascapanen meliputi pemisahan daging buah-biji-fuli, pengeringan, pengawetan, pensortiran, pengemasan, penyimpanan, standardisasi mutu, dan transportasi.

Good Handling Practices (GHP), berdasarkan Permentan No. 44/2009, berperan penting dalam menekan kehilangan/kerusakan hasil, memperpanjang daya simpan, mempertahankan kesegaran, meningkatkan nilai tambah dan daya saing, serta mengembangkan usaha pascapanen yang berkelanjutan. Persyaratan penerapan GHP meliputi aspek panen, penanganan pascapanen, bangunan, lokasi, peralatan dan mesin, bahan perlakuan, wadah dan pembungkus, tenaga kerja, standardisasi mutu, keselamatan kerja, pengelolaan lingkungan, pencatatan, pengawasan dan penelusuran balik, sertifikasi, serta pembinaan.

Permentan No. 53/2012 secara spesifik mengatur penanganan panen dan pascapanen pala dan fuli. Buah pala yang sudah masak petik berumur sekitar 9 bulan setelah pembungaan, ditandai warna kuning kecoklatan, mulai merekah pada alur belahnya, tempurung biji berwarna coklat tua hingga hitam mengkilat, dan fuli berwarna merah. Setelah panen, biji dipilah menjadi tiga kategori (gemuk-utuh, kurus/keriput, dan cacat), kemudian dikeringkan secara bertahap melalui pengeringan awal, pengupasan tempurung, pengapuran, dan pengeringan akhir hingga kadar air mencapai 8–10%, yang ditandai dengan terlepasnya kulit biji dan bunyi berderak ketika digoyangkan.

## 8. Standar Mutu Biji Pala

Standar mutu biji pala di Indonesia diatur dalam SNI 01-0006-1993 (persyaratan khusus berdasarkan ukuran dan kelas mutu) dan SNI 01-0007-1993 (persyaratan umum). Tabel 1 dan Tabel 2 menyajikan ringkasan kedua standar tersebut. Penting untuk dicatat bahwa SNI ini tidak mengatur secara eksplisit batas kandungan aflatoksin pada pala.

**Tabel 2.** Spesifikasi persyaratan khusus mutu biji pala (SNI 01-0006-1993)

| Jenis Uji Mutu             | Jumlah kg            | Biji/½ | Biji Rusak Serangga (%) | Biji Pecahan (%)     | Biji Keriput (%) | Keseragaman          |
|----------------------------|----------------------|--------|-------------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| CN 60-65                   | 60–72                |        | maks. 2                 | maks. 2              | maks. 2          | Seragam              |
| CN 90-95                   | 99–105               |        | maks. 2                 | maks. 2              | maks. 2          | Seragam              |
| ABCD Average               | Maks. 121            |        | maks. 2                 | maks. 2              | maks. 2          | Tidak dipersyaratkan |
| Rimpel                     | Tidak dipersyaratkan |        | Tidak dipersyaratkan    | Tidak dipersyaratkan | maks. 2          | Tidak dipersyaratkan |
| BWP (Broken, Wormy, Punky) | Tidak dipersyaratkan |        | Tidak dipersyaratkan    | Tidak dipersyaratkan | maks. 25         | Tidak dipersyaratkan |

Sumber: SNI 01-0006-1993

**Tabel 3.** Spesifikasi persyaratan umum mutu biji pala (SNI 01-0006-1993)

| Jenis Uji                      | Persyaratan |
|--------------------------------|-------------|
| Kadar air (% b/b)              | maks. 10    |
| Biji berkapang (%)             | maks. 8     |
| Serangga utuh mati (ekor)      | maks. 4     |
| Kotoran mamalia (mg/lbs)       | maks. 0     |
| Kotoran binatang lain (mg/lbs) | maks. 0     |
| Benda asing (% b/b)            | maks. 0     |

Sumber: SNI 01-0006-1993

Selain SNI, regulasi internasional juga relevan sebagai acuan, antara lain ISO 6577 (spesifikasi pala dan fuli), Codex Alimentarius Code of Hygienic Practice for Spices and Dried Aromatic Herbs (CAC, 2014), serta EU Regulation No. 165/2010 yang menetapkan ambang batas aflatoxin B1 sebesar 5 µg/kg dan aflatoxin total 10 µg/kg pada pala. Sebagai pembandingan, batas maksimum cemaran aflatoxin total pada pangan secara umum di Amerika Serikat adalah 20 ppb (NGFA, 2011) dan di Jepang 10 ppb (USDA-FAS, 2010), sedangkan di Indonesia diatur melalui SNI 7385:2009 dan Peraturan Kepala BPOM RI No. HK.00.06.1.52.4011/2009, yang mengategorikan pala sebagai rempah bubuk dengan ambang aflatoxin B1 maksimal 15 ppb dan aflatoxin total maksimal 20 ppb.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Praktik Penanganan Panen dan Pascapanen pada Rantai Pasok

Hasil survei pada enam kabupaten/kota menunjukkan bahwa sebagian besar petani pala di Maluku masih memanen buah pada umur kurang dari 9 bulan, yang merupakan standar umur panen optimal menurut Permentan No. 53/2012. Persentase petani yang memanen sebelum umur 9 bulan bervariasi antar wilayah, mulai dari 45% di Kabupaten Buru hingga 100% di Kabupaten Buru Selatan dan Kota Ambon. Praktik panen dini ini umumnya dilakukan untuk menghindari risiko pencurian hasil panen, namun berdampak langsung pada rendahnya mutu biji dan fuli yang dihasilkan, karena buah yang belum matang penuh menghasilkan biji dengan kadar minyak dan tingkat kekeringan alami yang lebih rendah.

Pada tahap pengeringan, mayoritas petani masih mengandalkan penjemuran langsung di bawah sinar matahari selama 5–9 hari yang dilakukan di atas permukaan tanah, aspal, atau lantai semen beralaskan terpal maupun karung plastik. Pada musim hujan, pengeringan dialihkan pada metode pengasapan menggunakan kayu bakar selama 3–7 hari. Kedua metode ini sangat bergantung pada kondisi cuaca dan tidak mampu menjamin penurunan kadar air secara konsisten ke level aman ( $\leq 10\%$ ) sebagaimana dipersyaratkan SNI 01-0006-1993. Keterbatasan fasilitas pengering mekanis ditemukan di seluruh lokasi survei, dengan hanya Kecamatan Banda yang telah menerima bantuan alat pengering dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Ambon, meskipun jumlahnya belum mencukupi kebutuhan petani.

Pada tahap penyimpanan dan penyortiran, sebagian besar petani tidak melakukan sortasi mutu berdasarkan kelas (super, sedang, dan rusak) sebelum menjual hasil pala ke pedagang pengumpul, dan menjualnya dalam bentuk asalan (campuran). Penyimpanan biji dan fuli yang telah dikeringkan dilakukan dalam karung plastik selama kurang dari tiga bulan di tingkat petani sebelum dijual ke pengumpul desa, yang pada gilirannya menjual kembali ke pengumpul besar di kota kabupaten atau Kota Ambon sebelum diekspor melalui Pelabuhan Yos Sudarso, Ambon, ke Surabaya.

### 2. Rantai Nilai, Pelaku Ekspor, dan Posisi Tawar Petani

Rantai pemasaran pala di Provinsi Maluku umumnya melibatkan lima simpul utama secara berurutan: petani → tengkulak/pengumpul desa → pengumpul kabupaten/kota →

pengumpul/eksportir besar di Kota Ambon → pembeli/broker di Surabaya atau Jakarta sebelum diteruskan ke negara tujuan ekspor seperti Tiongkok dan Belanda. Pada simpul hilir, setidaknya terdapat tiga local champion yang telah membangun rantai nilai ekspor terstruktur, yaitu PT. Kamboti Rempah Maluku (PT. KRM) yang mengekspor ke Belanda melalui Surabaya, CV. Maenusu yang mengekspor langsung ke Tiongkok melalui mitra PT. Subur Anugerah Indonesia di Jakarta, serta PT. Bayumas yang mendistribusikan biji pala ke Surabaya untuk diteruskan ke negara lain. CV. Maenusu, sebagai salah satu rantai nilai paling terorganisir, melibatkan sekitar 2.000 petani melalui sepuluh pengumpul mitra di lima kabupaten/kota dengan volume ekspor 1–2 kontainer (14–16 ton) per bulan dan mempekerjakan sekitar 30 karyawan, didominasi perempuan.

Pemerintah Provinsi Maluku, melalui tim percepatan ekspor, telah memfasilitasi ekspor langsung perdana pala ke Tiongkok melalui Pelabuhan Yos Sudarso Ambon pada 30 Maret 2021 menggunakan kontainer 40 feet berkapasitas 20 ton, yang merupakan ekspor langsung pertama dari Maluku sejak konflik tahun 1999, disusul ekspor kedua pada 30 April 2021. Namun demikian, keberlanjutan ekspor langsung ini terhambat oleh ketidaktersediaan kontainer ekspor berkapasitas besar secara rutin dan infrastruktur pelabuhan yang belum memadai, sehingga sebagian besar volume ekspor pala Maluku tetap harus melalui pelabuhan transit di Surabaya atau Jakarta.

Pada level petani, hasil wawancara menunjukkan bahwa petani umumnya tidak mengalami kesulitan menjual hasil panen karena tengkulak dan pengumpul secara aktif mendatangi lokasi kebun untuk membeli dan mengangkut hasil panen. Namun, posisi tawar petani sangat lemah karena harga ditentukan sepenuhnya secara sepihak oleh pembeli (price taker), tanpa ruang negosiasi. Sebagai ilustrasi, harga jual di tingkat petani untuk biji dan fuli pala basah berkisar Rp 300.000–750.000 per 1.000 buah pala basah, sementara di tingkat pengumpul kabupaten harga biji kering berkisar Rp 80.000/kg dan fuli Rp 100.000/kg (bervariasi tergantung mutu), menunjukkan selisih margin yang signifikan di sepanjang rantai pasok yang lebih banyak dinikmati oleh simpul tengah dan hilir dibandingkan simpul hulu (petani).

Karakteristik pala sebagai tanaman musiman, di mana petani hanya memperoleh hasil panen optimal selama sekitar enam bulan dalam setahun, juga mendorong sebagian petani melakukan praktik 'ijon' (penjualan hasil panen di muka) kepada tengkulak untuk memenuhi kebutuhan ekonomi rumah tangga pada masa sela panen. Praktik ini semakin memperlemah posisi tawar petani dan mendorong panen dini yang pada gilirannya menurunkan mutu hasil. Belum berkembangnya tanaman sela sebagai sumber pendapatan musim non-panen pala turut memperkuat ketergantungan struktural petani terhadap tengkulak.\

### 3. Kendala Iklim dan Infrastruktur dalam Hilirisasi Pala

Selain faktor kelembagaan dan pasar, terdapat sejumlah kendala struktural yang dihadapi pelaku rantai nilai pala di Maluku, termasuk yang dialami langsung oleh CV. Maenusu sebagai salah satu eksportir aktif, yaitu: (1) curah hujan tinggi yang mengganggu proses pengeringan alami; (2) kelembaban udara yang sangat tinggi sepanjang tahun (humidity); (3) belum tersedianya infrastruktur ekspor langsung yang memadai di Pelabuhan Yos Sudarso Ambon, termasuk ketersediaan kontainer ekspor; (4) terbatasnya dan mahalnnya logistik pengangkutan antarpulau; (5) rendahnya kesadaran petani terhadap pentingnya penanganan pascapanen yang baik; (6) rendahnya kualitas produk akibat penanganan yang belum optimal; (7) persaingan pasar yang tidak sehat akibat oknum pengumpul yang nakal dalam praktik penentuan mutu dan harga; serta (8) keterbatasan permodalan, baik di tingkat petani maupun pengumpul, untuk berinvestasi pada fasilitas pascapanen yang lebih baik.

Dua kendala pertama—curah hujan tinggi dan kelembaban udara yang ekstrem—merupakan faktor iklim yang secara langsung berkaitan dengan tema perubahan iklim dalam penelitian ini. Sebagaimana ditunjukkan oleh data klimatologi pada lokasi survei, curah hujan

bulanan di beberapa kabupaten dapat mencapai lebih dari 800–900 mm pada bulan-bulan basah (Juni–September), dengan kelembaban relatif konsisten di atas 85%. Kondisi ini menjadikan metode pengeringan konvensional berbasis sinar matahari semakin tidak dapat diandalkan, dan apabila pola curah hujan menjadi semakin ekstrem dan tidak terprediksi akibat perubahan iklim global, maka risiko kegagalan pengeringan dan peningkatan kontaminasi aflatoksin pada pala Maluku berpotensi semakin meningkat di masa depan apabila tidak diantisipasi dengan teknologi pengeringan alternatif yang tidak bergantung pada cuaca.

#### 4. Kondisi Kadar Air dan Kontaminasi Aflatoksin

Hasil analisis laboratorium terhadap 28 sampel biji pala dari berbagai titik rantai pasok menunjukkan variasi kadar air yang cukup besar, berkisar antara 5% hingga 36%. Sampel yang berasal dari eksportir umumnya memiliki kadar air rendah (5–10%), sedangkan sampel yang berasal dari petani di tingkat desa cenderung memiliki kadar air yang lebih tinggi dan bervariasi, mengindikasikan proses pengeringan yang belum tuntas pada beberapa lokasi.

**Tabel 4.** Sebagian data hasil analisis kadar air dan kandungan aflatoksin biji pala (n=28 sampel; data lengkap pada lampiran penelitian)

| Kode Sampel | Asal Pala/Keterangan        | Kadar Air (%) | Aflatoksin ( $\mu\text{g/kg}$ ) | Total |
|-------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------|-------|
| 1           | Eksportir (ABCD.1)          | 6             | < 2,0                           |       |
| 2           | Eksportir (SS.1)            | 7             | < 2,0                           |       |
| 3           | Eksportir (Local.1)         | 14            | 3.882                           |       |
| 4           | Eksportir (S. Tamilouw)     | 5             | 13,7                            |       |
| 5           | Eksportir (S. Ambon.1)      | 6             | < 2,0                           |       |
| 14          | SBB, Rumahkai, Pala Papua.1 | 8             | < 2,0                           |       |
| 15          | SBB, Rumahkai, Pala Banda.1 | 18            | < 2,0                           |       |
| 16          | SBB, Rumahkai, Pala Banda.2 | 27            | 137                             |       |
| 18          | Malteng, Banda 1            | 36            | < 2,0                           |       |
| 28          | Kota Ambon, Leitimur        | 12            | < 2,0                           |       |

Dari 28 sampel yang dianalisis menggunakan HPLC, tiga sampel (sampel kode 3, 4, dan 16) terindikasi tercemar aflatoksin dengan nilai berkisar 13,7–3.882  $\mu\text{g/kg}$ , jauh melampaui ambang batas Uni Eropa untuk aflatoksin total sebesar 10  $\mu\text{g/kg}$ . Pola yang menonjol adalah ketiga sampel tersebut memiliki kadar air relatif tinggi (14–27%), mengindikasikan hubungan yang kuat antara kadar air sisa pascapengeringan dan pertumbuhan kapang penghasil aflatoksin. Sebaliknya, seluruh sampel kualitas ekspor (kode 1, 2, 5–13) yang telah melalui proses pengeringan dan sortasi lebih ketat di tingkat eksportir secara konsisten menunjukkan kadar aflatoksin total di bawah 2,0  $\mu\text{g/kg}$ , jauh di bawah ambang batas internasional.

Temuan ini memperkuat kesimpulan bahwa kontaminasi aflatoksin pada pala bersumber utama dari penanganan pascapanen yang tidak optimal pada tingkat hulu rantai pasok, bukan dari faktor budidaya semata. Kadar air yang tinggi menciptakan kondisi lembap yang ideal bagi pertumbuhan *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*, sejalan dengan temuan Ezekiel et al. (2013) yang melaporkan kontaminasi kapang genus *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, dan *Rhizopus* pada 67% sampel rempah dari Nigeria, serta Okano et al. (2012) yang mengonfirmasi kontaminasi aflatoksin B dan G pada sampel pala asal Indonesia.

## 5. Evaluasi Penerapan Permentan No. 53/2012 dan Kebutuhan Inovasi Teknologi

Berdasarkan pemetaan rantai pasok dan hasil analisis laboratorium, evaluasi penerapan Permentan No. 53/2012 menunjukkan bahwa tingkat kepatuhan terendah terjadi pada dua titik kritis, yaitu (1) tahap pengeringan di tingkat petani, akibat ketergantungan pada cuaca dan minimnya akses terhadap alat pengering mekanis; dan (2) tahap penyimpanan di tingkat pengumpul desa, yang umumnya tidak memiliki gudang dengan kontrol kelembapan yang memadai. Sebaliknya, tingkat kepatuhan relatif lebih baik ditemukan pada simpul eksportir, yang menerapkan sortasi dan pengeringan ulang lebih ketat sebagai syarat pemenuhan standar pasar ekspor.

Temuan ini menggarisbawahi bahwa intervensi teknologi pascapanen perlu diarahkan secara spesifik pada dua simpul tersebut. Inovasi yang relevan meliputi: (1) pengembangan dan distribusi alat pengering biji pala bertenaga surya hibrida (solar dryer) yang tetap dapat berfungsi pada kondisi curah hujan tinggi sebagai bentuk adaptasi terhadap variabilitas iklim; (2) penyediaan fasilitas penyimpanan berventilasi dengan kontrol kelembapan sederhana di tingkat pengumpul desa; (3) pelatihan petani dan pengumpul mengenai indikator visual dan sensorik kadar air aman sebelum penyimpanan; serta (4) penguatan sistem sortasi mutu berbasis standar di tingkat petani untuk mendorong insentif harga berbasis mutu, bukan volume semata.

Dari perspektif hilirisasi agroindustri, perbaikan pada titik kritis pascapanen ini menjadi prasyarat sebelum pala dapat diarahkan menjadi bahan baku produk bernilai tambah seperti minyak atsiri, oleoresin, atau ekstrak fungsional, karena keamanan bahan baku (kadar aflatoksin) merupakan persyaratan dasar yang tidak dapat ditawar dalam rantai nilai agroindustri modern, baik untuk pasar ekspor maupun substitusi impor bahan baku farmasi dan kosmetik dalam negeri.

Dari perspektif hilirisasi agroindustri, perbaikan pada titik kritis pascapanen ini menjadi prasyarat sebelum pala dapat diarahkan menjadi bahan baku produk bernilai tambah seperti minyak atsiri, oleoresin, atau ekstrak fungsional, karena keamanan bahan baku (kadar aflatoksin) merupakan persyaratan dasar yang tidak dapat ditawar dalam rantai nilai agroindustri modern, baik untuk pasar ekspor maupun substitusi impor bahan baku farmasi dan kosmetik dalam negeri. Sinergi antara perbaikan teknologi pascapanen di hulu dan penguatan kapasitas ekspor langsung yang telah dirintis pemerintah daerah melalui Pelabuhan Yos Sudarso Ambon berpotensi memperpendek rantai nilai pala Maluku, mengurangi ketergantungan pada pelabuhan transit di Surabaya dan Jakarta, sekaligus meningkatkan nilai tambah yang dapat dinikmati oleh petani dan pelaku usaha lokal.

Sebagai bentuk transformasi pertanian berkelanjutan yang adaptif terhadap perubahan iklim, kombinasi antara inovasi teknologi pengeringan yang tidak bergantung pada cuaca, penguatan kelembagaan rantai pasok (termasuk peran strategis Dewan Rempah Daerah Maluku), serta penguatan infrastruktur ekspor langsung perlu dipandang sebagai satu paket intervensi yang saling melengkapi, bukan sebagai program yang berdiri sendiri-sendiri. Tanpa perbaikan pada titik kritis pascapanen di hulu, investasi pada infrastruktur ekspor dan hilirisasi produk olahan di hilir berisiko tidak dapat dimanfaatkan secara optimal karena bahan baku yang dihasilkan belum memenuhi standar keamanan pangan yang dipersyaratkan pasar internasional.

## D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, penanganan pascapanen pala pada rantai pasok di Provinsi Maluku masih didominasi oleh praktik konvensional yang sangat bergantung pada kondisi cuaca, dengan mayoritas petani memanen buah pada umur kurang dari 9 bulan (45–100% tergantung kabupaten) untuk menghindari risiko pencurian, yang berdampak langsung pada rendahnya mutu hasil panen. Kedua, titik kepatuhan paling lemah terhadap Permentan No. 53/2012 terjadi pada tahap

pengeringan di tingkat petani dan penyimpanan di tingkat pengumpul desa, akibat minimnya fasilitas pengering mekanis dan gudang berventilasi terkontrol, terutama pada musim hujan dengan curah hujan yang dapat mencapai lebih dari 800–900 mm per bulan dan kelembaban relatif di atas 85%. Keempat, dari sisi rantai nilai dan hilirisasi, telah terbangun jejaring ekspor melalui beberapa local champion (PT. Kamboti Rempah Maluku, CV. Maenusu, dan PT. Bayumas) serta upaya ekspor langsung perdana melalui Pelabuhan Yos Sudarso Ambon, namun upaya ini masih dihadapkan pada kendala struktural berupa minimnya infrastruktur ekspor, terbatasnya logistik antarpulau, lemahnya posisi tawar petani, serta keterbatasan permodalan. Secara keseluruhan, inovasi teknologi pengeringan adaptif iklim, penguatan fasilitas penyimpanan terkontrol, dan penguatan infrastruktur ekspor langsung menjadi kunci yang saling melengkapi untuk menjamin keamanan pangan, menekan kehilangan hasil, dan mendukung akselerasi hilirisasi agroindustri pala sebagai komoditas ekspor strategis Provinsi Maluku di tengah perubahan iklim yang semakin tidak menentu.

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa saran dapat dikemukakan. Pertama, penelitian lanjutan disarankan untuk menguji kinerja teknis dan ekonomi prototipe alat pengering biji pala bertenaga surya hibrida (solar-biomassa) yang tetap dapat berfungsi pada kondisi curah hujan tinggi, pada skala kelompok tani di lokasi-lokasi dengan tingkat kepatuhan pengeringan terendah seperti Buru Selatan dan Kota Ambon. Kedua, perlu dikaji model kelembagaan penyimpanan kolektif tingkat desa yang dapat diadopsi secara berkelanjutan oleh pengumpul dan kelompok tani pala, dilengkapi dengan pelatihan indikator sederhana penentuan kadar air aman sebelum penyimpanan.

Ketiga, pemerintah daerah melalui dinas terkait dan lembaga riset disarankan memfasilitasi pendampingan teknis penerapan Permentan No. 53/2012 secara berkala, disertai pemantauan kadar air dan kandungan aflatoxin secara rutin pada simpul-simpul kritis rantai pasok, khususnya di tingkat petani dan pengumpul desa. Keempat, penguatan peran Dewan Rempah Daerah Maluku sebagai forum koordinasi antar pemangku kepentingan (petani, pengumpul, eksportir, dan pemerintah) perlu didorong untuk memperpendek rantai nilai, meningkatkan posisi tawar petani, dan mempercepat realisasi ekspor langsung melalui Pelabuhan Yos Sudarso Ambon secara konsisten. Kelima, perlu dilakukan kajian kelayakan teknis dan ekonomi pengembangan produk hilir bernilai tambah (minyak atsiri, oleoresin, manisan, dan sirup pala) sebagai strategi diversifikasi pendapatan petani pada masa sela panen, sekaligus memperkuat basis hilirisasi agroindustri pala di Provinsi Maluku.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Maluku atas dukungan pendanaan dan fasilitasi penelitian beserta Tim Ahlinya.

## DAFTAR RUJUKAN

- Ashiq, S., Hussain, M. and Ahmad, B. (2014) 'Natural occurrence of mycotoxins in medicinal plants: A review', *Fungal Genetics and Biology*, 66(5), pp. 1–10.
- Badan Standardisasi Nasional (1993) Mutu Biji Pala. SNI 01-0006-1993. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (1993) Mutu Pala. SNI 01-0007-1993. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (2009) Batas Maksimum Kandungan Mikotoksin dalam Pangan. SNI 7385:2009. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (2015) Pala. SNI 0006:2015. Jakarta: BSN.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (2009) Peraturan Kepala Badan POM RI Nomor HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009 tentang Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Kimia dalam Makanan. Jakarta: BPOM RI.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku (2021) Kota Ambon dalam Angka. Ambon: BPS Provinsi Maluku.

- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku (2021) Kabupaten Maluku Tengah dalam Angka. Ambon: BPS Provinsi Maluku.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku (2021) Kabupaten Buru dalam Angka. Ambon: BPS Provinsi Maluku.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku (2021) Kabupaten Buru Selatan dalam Angka. Ambon: BPS Provinsi Maluku.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku (2018) Kabupaten Seram Bagian Timur dalam Angka. Ambon: BPS Provinsi Maluku.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku (2020) Kabupaten Seram Bagian Barat dalam Angka. Ambon: BPS Provinsi Maluku.
- Codex Alimentarius Commission (2003) Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines for its Application. Maryland: CAC.
- Codex Alimentarius Commission (2014) Code of Hygienic Practice for Spices and Dried Aromatic Herbs. Maryland: CAC.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (2018) Statistik Perkebunan Indonesia: Pala. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- European Commission (2004) Regulation (EC) No 852/2004 on the Hygiene of Foodstuffs. Brussels: European Commission.
- European Commission (2010) Commission Regulation (EU) No 165/2010 of 26 February 2010 amending Regulation (EC) No 1831/2003 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins, Official Journal of the European Union, L50/8-L50/12.
- European Commission (2014) RASFF Portal. Available at: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal> (Accessed: 7 October 2014).
- Ezekiel, C.N., Fapohunda, S.O., Olorunfemi, M.F., Oyeboji, A.O. and Obi, I. (2013) 'Mycobiota and aflatoxin B1 contamination of Piper guineense (Ashanti pepper), P. nigrum L. (black pepper) and Monodora myristica (calabash nutmeg) from Lagos, Nigeria', International Food Research Journal, 20(1), pp. 111–116.
- Hariyadi, P. (2007) 'Pangan dan daya saing bangsa', in Hariyadi, P. (ed.) Upaya Peningkatan Keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan melalui Ilmu dan Teknologi. Bogor: SEAFast Center IPB.
- International Agency for Research on Cancer (2002) Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphthalene and Styrene. IARC Monographs Vol. 82. Lyon: IARC.
- International Organization for Standardization (2002) Nutmeg, Whole or Broken, and Mace, Whole or in Pieces (Myristica fragrans Houtt) – Specification. ISO 6577. Geneva: ISO.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2009) Peraturan Menteri Pertanian Nomor 44/Permentan/OT.140/10/2009 tentang Pedoman Penanganan Pascapanen Hasil Pertanian Asal Tanaman yang Baik (Good Handling Practices). Jakarta: Kementan.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2012) Peraturan Menteri Pertanian Nomor 53/Permentan/OT.140/9/2012 tentang Proses Penanganan Panen dan Pascapanen Pala dan Fuli. Jakarta: Kementan.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2014) Statistik Pertanian 2014. Jakarta: Kementan.
- National Grain and Feed Association (2011) NGFA Feed/Grain Mycotoxin Guidance. Washington DC: NGFA.
- Nurdjannah, N. (2007) Teknologi Pengolahan Pala. Jakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Okano, K., Tomita, T., Ohzu, Y., Takai, M., Ose, A., Kotsuka, A., Ikeda, N., Sakata, J., Kumeda, Y., Nakamura, N. and Ichino, M. (2012) 'Aflatoxins B and G contamination and aflatoxigenic fungi in nutmeg', Shokuhin Eiseigaku Zasshi, 53(5), pp. 211–216.
- Pooja, B.M., Sowmini, S., Madhurima, B.P., Farid, W. and Kiran, K.S. (2015) 'Biotechnological advances for combating Aspergillus flavus and aflatoxin contamination in crops', Plant Science, 234, pp. 119–132.
- Rismunandar (1992) Budidaya dan Tataaniaga Pala. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [USDA-FAS] United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service (2010) Japan: Maximum Residue Limits and Mycotoxin Standards for Food. Washington DC: USDA-FAS.

Walid, M., Ahmad, B. and Hussain, M. (2014) 'Mycotoxin contamination in spices: occurrence, regulation, and control strategies', *Journal of Food Safety*, 36(2), pp. 145–157.