
**PENGEMBANGAN KAWASAN JAGUNG RENDAH AFLATOKSIN UNTUK
PEMENUHAN KEBUTUHAN INDUSTRI PANGAN**

Oleh

Aris Puji Sunarso

Perencana Muda Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian

Email: aris.fizi@gmail.com

Abstrak

Keamanan pangan saat ini tidak hanya menjadi subjek penting pada aspek kesehatan masyarakat dan penyediaan pangan lokal, tetapi juga menjadi isu penting dalam perdagangan komoditas pertanian nasional maupun internasional. Hal ini karena tidak sedikit komoditas pertanian yang berpotensi terkena kontaminasi racun yang dapat membahayakan kesehatan. Salah satu komoditas pertanian tersebut adalah jagung yang rawan terkena cemaran aflatoksin jika tidak dikendalikan dengan baik. Berdasarkan data Kemenko Bidang Pangan (2025) produksi jagung dalam negeri pada Tahun 2024 yang memenuhi persyaratan industri pangan masih sangat rendah yaitu sebesar 27.783 ton dibandingkan kebutuhannya yang mencapai 1,49 juta ton. Kertas kebijakan ini bertujuan untuk menyusun rekomendasi kebijakan yang paling sesuai untuk diterapkan dalam rangka meningkatkan produksi jagung di dalam negeri yang rendah aflatoksin. Analisis skoring alternatif kebijakan dengan skala prioritas mengacu pada metode Bardach. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebijakan pengembangan kawasan pertanian jagung rendah aflatoksin menjadi opsi kebijakan yang terpilih untuk diterapkan pusat bersama dengan pemangku kepentingan terkait.

Kata Kunci: *Jagung pangan, aflatoksin, GAP, kawasan*

PENDAHULUAN

Keamanan pangan saat ini tidak hanya menjadi subjek penting pada aspek kesehatan masyarakat dan penyediaan pangan lokal, tetapi juga dalam perdagangan pangan nasional dan internasional. Keamanan pangan merupakan salah satu masalah utama yang saat ini dihadapi dunia, oleh karena itu, berbagai penelitian dan kajian telah dilakukan banyak institusi baik pada tingkat lokal maupun internasional untuk membahas penanganan kekhawatiran konsumen terkait aspek keamanan pangan. Urgensi keamanan pangan ini diusung oleh FAO bersama WHO menjadi tema utama pada peringatan Hari Kesehatan Dunia (*World Health Day*) Tahun 2015 dengan slogan “*How safe your food? From farm to plate, make food safe*” (Shendurse dan Sawale, 2019). Slogan ini memberikan makna yang bernas bahwasannya pengawasan aspek keamanan pangan itu sudah

harus dimulai sejak dari budidaya di lahan pertanian sampai siap dihidangkan di meja makan. Tema ini sangat relevan dengan kondisi di Indonesia karena tidak sedikit produk hasil pertanian dalam negeri yang dihasilkan juga terancam kontaminasi racun atau toksin yang dapat membahayakan kesehatan.

Salah satu komoditas pertanian tersebut adalah jagung yang rawan terkena cemaran aflatoksin. Jagung lokal di Indonesia hingga saat ini masih menghadapi tantangan besar dalam pemenuhan persyaratan batas cemaran aflatoksin untuk kebutuhan industri pangan yakni maksimum 20 ppb (*parts per billion*) sebagaimana ditetapkan oleh standar keamanan pangan nasional dan internasional. Aflatoksin merupakan senyawa toksik yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*, yang dapat tumbuh pada jagung

selama proses penanaman, panen, maupun penyimpanan dalam kondisi lembap dan suhu tinggi.

Berdasarkan hasil pengawasan Badan Pengawas Obat dan Makanan Tahun 2025, beberapa pangan olahan untuk anak-anak yang berbahan baku jagung tidak memenuhi syarat karena cemaran aflatoksin di atas batas yang dipersyaratkan (BPOM, 2026). Hal ini jelas menimbulkan kekhawatiran jika masalah tersebut tidak segera diatasi. Menurut Wu dan Khlangwiset (2010) paparan aflatoksin berlebih pada anak dapat mengakibatkan berkurangnya berat dan tinggi badan (*stunting*) pada anak-anak serta berpotensi menimbulkan gangguan sistem kekebalan tubuh.

Berdasarkan data Kemenko Bidang Pangan (2025) produksi jagung dalam negeri pada Tahun 2024 yang memenuhi persyaratan industri pangan masih sangat rendah yaitu sebesar 27.783 ton dibandingkan kebutuhannya yang mencapai 1,49 juta ton. Ini menunjukkan bahwa industri pangan nasional saat ini menghadapi tantangan berat berupa defisit bahan baku jagung lokal berkualitas dengan kadar aflatoksin rendah, yang secara fundamental berakar pada praktik budidaya di tingkat hulu yang masih konvensional. Fenomena ini terjadi karena mayoritas petani jagung di negara berkembang, termasuk Indonesia, masih mengandalkan kebiasaan serta pengalaman empiris turun-temurun (Meijer, 2014). Ketergantungan pada intuisi dalam menentukan waktu panen serta metode pengeringan tradisional yang sering kali terpapar kelembaban tinggi dan kontaminasi spora *Aspergillus flavus* menjadi penyebab utama rusaknya mutu biologis jagung (Dharmaputra et al., 2016). Akibatnya, meskipun secara kuantitas produksi jagung nasional dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri, secara kualitas fisik dan keamanan pangan, komoditas tersebut sering kali tidak memenuhi spesifikasi kebutuhan industri pangan yang mensyaratkan kadar aflatoksin di bawah 20 ppb.

Budidaya jagung untuk bahan baku industri pangan yang mensyaratkan kadar aflatoksin yang rendah memerlukan penerapan *Good Agricultural Practice* (GAP) atau praktik budidaya pertanian yang baik (Sidqi dan Adetya, 2024). Hal ini dikarenakan petani umumnya belum menerapkan praktik budidaya jagung yang baik dan hanya berdasarkan kebiasaan ataupun pengalaman sebelumnya serta kurang memperhatikan aspek pengelolaan budidaya jagung (Ardiani, 2009; Nguyen et.al, 2018). GAP merupakan pedoman dan praktik proses budidaya pertanian yang menerapkan teknologi, ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam rangka mengurangi risiko kontaminasi pangan, keberlanjutan dan peningkatan aspek ekonomi. GAP merupakan rangkaian proses dari budidaya sampai ke pascapanen.

Pengabaian standar GAP oleh petani bukan hanya masalah teknis, melainkan juga dipicu oleh ketiadaan insentif ekonomi yang nyata di tingkat pasar lokal, di mana harga jual jagung sering kali disama-ratakan tanpa memandang tingkat cemaran aflatoksin (Rahayu, 2003; Unnevrh dan Grace, 2013). Hal ini memperkuat perilaku pragmatis petani untuk tetap menggunakan metode pascapanen yang cepat dan murah seperti pemipilan paksa yang merusak biji (kernel), yang merupakan pintu masuk utama infeksi jamur.

Dalam rangka menghasilkan jagung rendah aflatoksin yang memenuhi persyaratan sebagai bahan baku industri pangan dihadapkan pada kendala infrastruktur dan sarana yang memadai (Aldillah, 2017; Ardiani, 2009). Hal ini karena kebanyakan petani jagung dalam negeri mempunyai keterbatasan infrastruktur dan sarana. Aspek penanganan pascapanen keberadaannya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan infrastruktur (Gunasekera et.al, 2017). Infrastruktur pertanian menjadi salah satu elemen penting dalam peningkatan produksi pangan nasional (Melia et. al, 2023). Peran infrastruktur memegang peran penting dalam pengembangan agribisnis jagung (PSEKP, 2018; Prasetyo et al, 2024),

.....

khususnya jagung yang digunakan sebagai sumber bahan baku industri pangan. Hal ini karena jagung untuk industri pangan membutuhkan kecepatan dalam penanganan pascapanen dalam rangka menekan kadar aflatoksin.

Berdasarkan hal diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa *problem statement* dari sejumlah pangan olahan dengan bahan baku jagung tidak memenuhi syarat batas cemaran aflatoksin adalah petani masih membudidayakan jagung hanya berdasarkan kebiasaan dan belum diterapkannya GAP serta adanya keterbatasan infrastruktur dan sarana pascapanen.

Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut terkait regulasi dan kebijakan guna memperkuat dukungan terhadap kecukupan produksi jagung pangan dalam negeri, khususnya untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri pangan. Penulisan kertas kebijakan ini bertujuan untuk merumuskan arah dan opsi kebijakan yang paling sesuai untuk pemerintah guna mengatasi tingginya permintaan impor jagung pangan untuk pemenuhan kebutuhan industri pangan. Dengan demikian, kebijakan yang dirumuskan diharapkan mampu menyelaraskan kebutuhan industri pangan dengan potensi produksi jagung nasional secara berkelanjutan, sekaligus mendukung agenda strategis pemerintah dalam mewujudkan swasembada pangan, khususnya pemenuhan komoditas jagung untuk industri pangan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam melakukan penulisan kertas kebijakan ini adalah dengan menggunakan pendekatan analisis kebijakan secara deskriptif-analitis dengan tujuan untuk dapat mengidentifikasi dan menetapkan akar masalah rendahnya produksi jagung rendah aflatoksin dalam negeri untuk bahan baku industri pangan. Pendekatan ini dipilih dikarenakan permasalahan yang dikaji bersifat

struktural dan melibatkan keterkaitan dari hulu ke hilir.

Metode analisis dilakukan melalui penelusuran masalah berjenjang (*problem tree analysis*) yang kemudian dikombinasikan dengan metode skoring prioritas masalah. Pada tahap awal, perumusan isu utama kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi 3 masalah utama. Untuk menentukan satu masalah utama, digunakan metode USG (*Urgency, Seriousness, and Growth*). Metode ini diterapkan pada setiap penyebab masalah yang telah teridentifikasi untuk menilai tingkat urgensi penanganan, besarnya dampak yang ditimbulkan, serta potensi perkembangan masalah apabila tidak segera diintervensi. Melalui skoring USG ini, penyebab masalah dengan nilai tertinggi ditetapkan sebagai faktor dominan yang berpengaruh. Selanjutnya, dilakukan pemetaan masalah, penyebab masalah level 1, level 2, hingga level 3, untuk menggambarkan hubungan sebab akibat yang menyebabkan rendahnya produksi jagung rendah aflatoksin dalam negeri untuk bahan baku industri pangan.

Metode pengumpulan data pada kertas kebijakan ini menggunakan metode kualitatif dengan studi literatur dan analisis deskriptif. Pengumpulan data dilakukan dengan inventarisasi data yang dibutuhkan serta pengumpulan bahan pendukung yang relevan dengan topik ini. Bahan pendukung ini meliputi berbagai peraturan perundang-undangan seperti Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, Peraturan Menteri, dan peraturan lain yang relevan. Selain itu, data juga dikumpulkan dari laporan instansi dan wawancara untuk pendalaman informasi. Selanjutnya dilakukan perumusan kerangka berpikir yang menjadi dasar dalam analisis kebijakan. Tahapan selanjutnya adalah perumusan alternatif kebijakan dengan pendekatan teori. Proses penentuan alternatif kebijakan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Bardach (2012). Pemilihan prioritas dari masing-masing alternatif kebijakan menggunakan penilaian *scoring* oleh *key person* dari lingkup Ditjen

Tanaman Pangan Kementerian Pertanian berdasarkan aspek efektifitas, efisiensi dan dampak jangka panjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keamanan pangan merupakan parameter krusial dalam pembangunan kesehatan masyarakat yang secara teoretis dipahami sebagai ketiadaan bahaya yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada konsumen (Marriott et. al., 2018).

Konsep keamanan pangan didefinisikan sebagai semua kondisi yang harus dipenuhi dan tindakan yang harus diambil di semua tahapan produksi atau distribusi pangan untuk menjamin kesehatan dan kehidupan manusia. Dalam pendekatan holistik tanggung jawab terhadap keamanan pangan ini terletak pada produsen, pengolah, distributor, dan konsumen (Adamczyk dan Marszatek, 2025). Pendekatan serupa disajikan dalam *Codex Alimentarius Internasional*, dimana keamanan pangan didefinisikan sebagai semua faktor yang memastikan makanan aman bagi kesehatan dan kehidupan manusia, asalkan disiapkan dan/atau dikonsumsi dengan benar sesuai dengan tujuan penggunaannya. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) memandang hal tersebut dengan cara yang serupa sebagai langkah-langkah yang bertujuan untuk menghilangkan risiko kesehatan yang timbul dari konsumsi makanan. Hal ini mencakup prosedur yang tepat di semua tahapan rantai makanan mulai dari budidaya, penanganan dan penyimpanan, hingga siap dikonsumsi dengan cara yang mencegah infeksi dan kontaminasi.

Dalam lanskap hukum Indonesia, prinsip ini telah dilembagakan melalui UU Nomor 18 Tahun 2012, yang menggeser paradigma pangan dari sekadar pemenuhan kebutuhan dasar menjadi perlindungan hak asasi yang komprehensif.

Pada sektor pertanian, pentingnya keamanan pangan menjadi sangat vital

mengingat produk hasil pertanian merupakan titik awal (*entry point*) dari seluruh rantai pasok pangan. Produk pertanian secara alami terpapar pada berbagai risiko kontaminasi, baik dari tanah, air irigasi, maupun polutan lingkungan (Hussain & Gooneratne, 2017). Implementasi standar keamanan pangan sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 menjadi mandat utama bagi produsen untuk memitigasi risiko cemaran biologis dan kimia sejak di lahan produksi. Tanpa intervensi kebijakan yang berbasis manajemen risiko pada produk segar ini, upaya hilirisasi pangan yang diatur dalam Peraturan BPOM Nomor 8 Tahun 2018 akan kehilangan efektivitasnya, terutama dalam menghadapi ancaman yang serius seperti akumulasi mikotoksin (termasuk aflatoksin) yang kerap menyerang komoditas unggulan pertanian.

Kebijakan keamanan pangan di Indonesia menunjukkan adanya transformasi regulasi yang signifikan, beralih dari sekadar pengaturan komoditas menjadi perlindungan hak asasi manusia atas keamanan pangan. Evolusi ini terlihat dari empat instrumen hukum utama yaitu Undang - Undang Nomor 7 Tahun 1996 tentang pangan, Undang - Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang pangan, Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang keamanan pangan, dan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 8 Tahun 2018 tentang batas maksimum cemaran kimia dalam pangan olahan.

Secara historis, UU Nomor 7 Tahun 1996 tentang pangan merupakan regulasi pertama yang meletakkan dasar sistem pangan dengan penekanan pada ketersediaan dan peran ekonomi pangan. Namun, dinamika globalisasi dan desentralisasi mendorong lahirnya UU Nomor 18 Tahun 2012 yang menggantikannya. UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang pangan mendefinisikan keamanan pangan sebagai kondisi dan upaya untuk mencegah cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat membahayakan kesehatan serta tidak bertentangan dengan agama dan budaya

(prinsip halal). Sebagai aturan pelaksana, PP Nomor 86 Tahun 2019 memberikan landasan teknis yang lebih komprehensif mengenai pengendalian risiko di sepanjang rantai pangan mulai dari produksi, penyimpanan, pengangkutan, hingga peredaran. Peraturan ini melarang peredaran pangan tercemar yang mengandung bahan beracun atau cemaran yang melampaui ambang batas maksimal. Implementasi teknis terhadap batas cemaran kimia diatur secara spesifik dalam Peraturan BPOM Nomor 8 Tahun 2018. Kebijakan ini merupakan respon terhadap perkembangan ilmu pengetahuan untuk melindungi masyarakat dari risiko kesehatan jangka panjang akibat paparan bahan kimia berbahaya dalam pangan olahan. Dalam konteks manajemen risiko, aflatoksin menjadi parameter kritis karena sifatnya yang karsinogenik. Berdasarkan kerangka regulasi ini, aflatoksin dikategorikan sebagai cemaran kimia (mikotoksin) yang harus dikendalikan secara ketat. PP Nomor 86 Tahun 2019 bahkan menempatkan beberapa kasus sebagai contoh kedaruratan keamanan pangan yang memerlukan koordinasi lintas sektor. Oleh karena itu, kepatuhan terhadap batas maksimum aflatoksin yang ditetapkan oleh BPOM menjadi syarat mutlak bagi pelaku usaha untuk menjamin produknya aman dikonsumsi dan memenuhi standar kesehatan nasional. Regulasi pertama kali di Indonesia yang mengatur tentang batasan aflatoksin dikeluarkan pada Tahun 2004 yaitu Peraturan Kepala Badan POM Nomor HK.00.05.1.4057 tahun 2004 tentang batas maksimum aflatoksin pada produk pangan. Pada Tahun 2009 Badan Standarisasi Nasional (BSN) menerbitkan SNI 7385:2009 tentang batas maksimum cemaran mikotoksin dalam pangan. Regulasi-regulasi ini memberikan koridor jaminan keamanan pangan untuk produk pertanian yang dikonsumsi manusia, termasuk jagung untuk konsumsi industri yang aman untuk dikonsumsi manusia (*food grade*).

Sebagai negara agraris, Indonesia banyak

menghasilkan komoditas pertanian, salah satunya adalah jagung. Jagung merupakan komoditas tanaman pangan utama yang mempunyai peran strategis dalam ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat. Komoditas jagung dimanfaatkan sebagai bahan pangan pokok, bahan pakan ternak dan bahan baku industri pangan. Diperkirakan sekitar 80% produksi jagung nasional digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri pakan ternak dan selebihnya untuk bahan baku industri pangan, benih dan dikonsumsi langsung (Pusdatin, 2024).

Berdasarkan data BPS produksi jagung Indonesia pada tahun 2024 adalah sebesar 15,4 juta ton pipilan kering, sedangkan impor jagung untuk memenuhi kebutuhan industri pangan adalah sebesar 1,49 juta ton. Masih tingginya impor jagung sebagai bahan baku industri pangan disebabkan masih rendahnya produksi jagung yang memenuhi kriteria industri pangan seperti kadar air dan kadar aflatoksin. Menurut data Kemenko Bidang Pangan (2025) kuantitas jagung dalam negeri yang diserap industri pangan nasional adalah baru sebesar 27.783 ton pipilan kering. Salah satu tantangan utama dalam pengembangan jagung pangan di Indonesia dan negara-negara berkembang adalah masalah kadar aflatoksin pada jagung.

Indonesia secara astronomis terletak di 6°LU – 11°LS dan 95°BT – 141°BT. Hal ini membawa pengaruh Indonesia mempunyai iklim tropis, terdapat dua musim, dan memiliki suhu dan kelembaban udara yang tinggi. Mengutip data Globaldatalab.org (2025) rata-rata temperatur udara di Indonesia dari tahun 2010-2022 adalah 25,62°C dan rata-rata kelembaban udara di Indonesia dari tahun 2010-2022 adalah 83,56% yang termasuk pada klasifikasi kelembaban tinggi. Menurut Nino dan Neonbeni (2020) sistem pertanian di daerah beriklim tropis yang mempunyai suhu dan kelembaban tinggi, umumnya menghasilkan komoditas pertanian yang rentan terhadap jamur penghasil aflatoksin.

Jagung merupakan salah satu komoditas

pertanian yang mempunyai masalah pada saat penanganan pascapanen yaitu kontaminasi aflatoxin. Kontaminasi aflatoxin disebabkan oleh cendawan *Aspergillus flavus* akibat kandungan air dalam biji jagung yang tinggi.

Aflatoxin merupakan salah satu mikotoksin yang paling penting dan berbahaya. Saat ini sudah 60 tahun berlalu sejak penemuannya pada tahun 1960. Aflatoxin merupakan salah satu dari lima mikotoksin terpenting di bidang pertanian (IARC, 1993; Miller, 1995; Winter dan Pereg, 2019). Secara kimia, Aflatoxin adalah turunan *difuranokumarin* dengan gugus *bifuran* yang terikat pada inti *kumarin* dan cincin *pentanon* (dalam kasus aflatoxin B) atau cincin *laktone* (dalam kasus aflatoxin G). Terdapat lebih dari 20 Aflatoxin yang diketahui, namun yang paling umum adalah aflatoxin B1, aflatoxin B2, aflatoxin G1, dan aflatoxin G2, di mana aflatoxin B1 merupakan jenis aflatoxin utama pada komoditas tanaman pangan seperti jagung. Aflatoxin M1 dan M2 adalah metabolit terhidroksilasi dari aflatoxin B1 dan aflatoxin B2 (Giray et. al, 2007).

Aflatoxin merupakan senyawa yang sangat toksik, hepatotoksik, immunosupresif, mutagenik, teratogenik, dan karsinogenik. Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (IARC) mengevaluasi karsinogenisitas aflatoxin yang terjadi secara alami (AFB1, AFB2, AFG1, dan AFG2) sebagai Grup 1 yaitu bersifat karsinogenik bagi manusia (IARC, 1987). Karena alasan ini, aflatoxin perlu dipantau dan konsentrasinya dalam makanan harus dijaga pada tingkat serendah mungkin. Paparan akut terhadap dosis tinggi dapat menyebabkan muntah, sakit perut, dan bahkan kematian, sedangkan paparan kronis terhadap dosis rendah dapat menyebabkan kanker hati (Etzel, 2002) yang umumnya dianggap sebagai dampak paling signifikan dari aflatoxin terhadap kesehatan manusia (Peraica et. al., 1999). Diperkirakan aflatoxin berkontribusi sebesar 4,6% - 28,2% dari semua jenis kanker hati (karsinoma hepatoseluler) global.

Salah satu sebab aflatoxin sulit dikendalikan karena seringkali aflatoxin tidak terdeteksi disebabkan sifatnya yang tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa, konsumen tidak dapat mendeteksi aflatoxin dan menyebabkan bahaya bagi kesehatan penduduk (Udomkun et. al., 2017). Mengonsumsi makanan yang terkontaminasi aflatoxin secara langsung atau produk hewani yang sebelumnya diberi pakan yang terkontaminasi aflatoxin, dapat mengakibatkan pelemahan kekebalan tubuh, perlambatan pertumbuhan, dan bahkan kematian (Giesecker, 2004; Probst et. al., 2010; Kamala et. al., 2018).

Hasil penelitian Fitriati et.al (2021) menyebutkan bahwa mutu jagung di Indonesia masih variatif. Berdasarkan data yang diambil pada tahun 2017-2019 dengan metode *stratified random sampling* diperoleh hasil kandungan aflatoxin pada jagung ditemukan pada kisaran 0,05 sampai 976 ppb dan jumlah sampel yang mengandung aflatoxin di atas 150 ppb sebanyak 5 %. Namun pada penelitian ini tidak disampaikan informasi jumlah sampel yang mengandung aflatoxin di atas 20 ppb (batas maksimum untuk jagung untuk industri pangan).

Tingginya kadar aflatoxin pada pangan olahan berbahan baku jagung sering kali berakar pada praktik budidaya tradisional yang hanya mengandalkan kebiasaan tanpa pemahaman teknis yang memadai. Banyak petani di negara berkembang masih menerapkan praktik pascapanen yang suboptimal, seperti pengeringan tanpa menggunakan alas, penggunaan metode perontokan tradisional yang berisiko merusak butiran, serta penyimpanan dalam kondisi panas dan lembap yang memicu pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* (Beyene et. al, 2016). Kebiasaan ini bertolak belakang dengan prinsip *Good Agricultural Practices* (GAP) yang menekankan langkah-langkah preventif mulai dari tahap pra-panen hingga konsumsi, termasuk rotasi tanaman, pengolahan tanah

yang tepat, kecukupan pengairan, serta pengendalian hama dan kelembapan secara konsisten. Abdallah et.al (2018) menambahkan kebanyakan petani tidak menyadari bahaya mikotoksin dan aflatoksin, dimana mayoritas merupakan petani kecil yang mempraktikkan pertanian secara tradisional.

Di negara-negara berkembang di Afrika dan Asia, lebih dari 5 miliar penduduk berpotensi terpapar produk yang terkontaminasi dengan kandungan aflatoksin melebihi batas yang diizinkan karena kurangnya pemeriksaan dalam pengujian sampel serta masalah regulasi keamanan pangan (Williams et. al., 2004). Bersumber dari adanya masalah kesehatan yang disebabkan oleh cemaran aflatoksin, negara-negara maju telah memberlakukan peraturan yang ketat untuk distribusi komoditas pangan yang terkontrol dari negara lain serta produk lokal dalam negeri (Benkerroum, 2020).

Wabah besar akibat cemaran aflatoksin dilaporkan terjadi di negara bagian Gujarat dan Rajasthan di India pada tahun 1974, yang mengakibatkan sekitar 106 kematian. Wabah tersebut berlangsung selama 2 bulan dan terjadi pada masyarakat yang makanan pokok utamanya jagung yang mengandung aflatoksin sebagai akibat kontaminasi dari cendawan *A. flavus* (Kumar et.al., 2017). Wabah paparan aflatoksin besar kemudian terjadi di Kenya pada tahun 2004 yang mengakibatkan korban jiwa sebanyak 125 orang yang terjadi karena konsumsi jagung hasil pertanian rumah tangga yang terkontaminasi cendawan *A. flavus*. Dilaporkan kadar aflatoksin B1 pada sampel jagung pada lokasi kejadian sebesar 4400 ppb atau 220 kali lebih tinggi dari batas yang ditentukan 20 ppb (Azziz-Baumgartner et.al, 2005).

Kendala terbesar muncul pada tingkat regulasi antara negara maju dan negara berkembang. Negara-negara maju telah memiliki aturan dan regulasi yang ketat untuk melindungi masyarakat dan juga hewan dari paparan aflatoksin komoditas pangan, dengan

memeriksa dan menyaring produk impor dan produk lokal. Namun, negara-negara berkembang yang memproduksi sejumlah komoditas gagal membuat regulasi yang tepat atau menerapkannya. Situasi ini menyebabkan masalah karena negara eksportir dari negara berkembang gagal memperoleh pendapatan dari hasil pertaniannya, sedangkan negara pengimpor juga menghadapi permasalahan karena tidak bisa memenuhi permintaan dalam negeri karena tidak tersedianya produk yang aman dari aflatoksin (Van Egmond dan Jonker, 2004).

Aflatoksin dapat mengkontaminasi tanaman baik sebelum maupun setelah panen. Namun, beberapa kondisi menyediakan faktor predisposisi untuk pertumbuhan *Aspergillus flavus*, seperti kondisi lingkungan kering pada awal kematangan tanaman, kadar air yang tinggi pada biji-bijian, pengeringan komoditas yang tidak memadai, dan fasilitas penyimpanan yang tidak memadai (Stepman, 2018). Di Asia, tanaman pangan secara luas terpapar kontaminan pada berbagai tahap, dari tingkat pertanian hingga tingkat konsumsi, karena kurangnya pemahaman dan kesadaran akan masalah kesehatan yang terkait dengan kontaminan tersebut. Kontaminasi dimulai pada saat panen, berlanjut pada penyimpanan, bertambah pada tingkat produksi, dan akhirnya terakumulasi pada tingkat distribusi.

Sejak penemuannya, aflatoksin tetap menjadi masalah keamanan pangan yang terus-menerus dan terus menimbulkan kekhawatiran risiko bagi kesehatan manusia dan hewan. Badan Pengawas Obat dan Makanan Amerika Serikat (FDA) menganggap aflatoksin sebagai kontaminan yang tidak dapat dihindari dalam makanan (Wood, 1992). Oleh karena itu, negara dan badan internasional memberlakukan peraturan untuk meminimalkan kadar aflatoksin dalam makanan dan pakan (Williams et al., 2004).

Pengembangan dan pelembagaan peraturan keamanan pangan memerlukan pertimbangan menyeluruh baik faktor ilmiah

maupun sosioekonomi. Faktor ilmiah, termasuk ketersediaan data toksikologi dan paparan manusia, pengambilan sampel, dan kapasitas analitis, sangat penting untuk pengembangan peraturan terkait aflatoksin dan keamanan pangan lainnya. Faktor-faktor sosioekonomi seperti ketahanan pangan, peraturan yang ada di negara mitra dagang, tingkat perkembangan suatu negara atau wilayah, dan jenis sistem pangan di suatu negara sama pentingnya dalam memformulasi peraturan untuk melindungi konsumen dari makanan yang terkontaminasi (FAO, 2004).

Secara global, sekitar 120 negara telah memberlakukan peraturan batasan kadar aflatoksin yang diperbolehkan dalam makanan manusia dan pakan ternak. Beberapa negara menetapkan batasan untuk empat jenis aflatoksin yang paling menonjol dalam makanan yaitu aflatoksin B1, B2, G1, dan G2. Misalnya, AS menetapkan batas maksimum 10 dan 20 ppb untuk jumlah keempat jenis aflatoksin (total aflatoksin). Sebaliknya, Uni Eropa yang memiliki batasan yang lebih rendah untuk kombinasi aflatoksin makanan yang berbeda memiliki batas maksimum 2 dan 4 ppb untuk aflatoksin B1 dan total aflatoksin dalam jagung dan kacang tanah (European Commission, 2006).

Jagung untuk industri pangan secara internasional menggunakan kode *Harmonized Sistem* (kode HS) 10059091 yaitu jagung selain jagung brondong yang layak dikonsumsi manusia. Jenis industri pangan di Indonesia yang memerlukan bahan baku jagung yang *food grade* adalah (a). Industri makanan ringan, (b). Industri *Corn Grits*, (c). Industri Makanan dan Minuman Terintegrasi dengan Peternakan, (d). Industri Etanol, dan (e). Industri Pati Jagung. Di antara kelima jenis industri yang paling besar yang menggunakan bahan baku jagung *food grade* adalah industri pati jagung. Spesifikasi jagung yang dibutuhkan oleh industri pangan adalah jagung yang mempunyai kadar air maksimum 14%, kadar aflatoksin maksimum 20 ppb, kadar pati di atas 67%, dan daya

berkecambah (*germination rate*) di atas 70%.

Menurut Dickerson (2008) terdapat tujuh jenis jagung berdasarkan variasi endosperma biji yaitu tipe *dent* (gigi kuda), *flint* (mutiara), *sweet* (manis), *flour* (tepung), *pop* (brondong), *pod* (tunika) dan *waxy* (ketan). Jagung tipe *dent* merupakan jenis yang banyak digunakan oleh industri pangan, jagung ini mempunyai *corneous*, endosperma keras pada sisi samping dan bawah biji dengan endosperma lunak di bagian tengah. Lapisan tepung halus terdapat pada sisi atas biji dan memiliki lekukan di ujung biji ketika mengering. Tingginya proporsi endosperma lunak pada kernel jagung menjadikan jenis jagung tipe *dent* ini cocok digunakan di industri pangan.

Selama ini, kebutuhan untuk jagung industri pangan mayoritas didatangkan dari luar negeri yaitu dari Argentina, Brazil, Australia, dan Amerika Serikat. Hal ini dikarenakan masih sedikitnya produksi jagung dalam negeri dengan spesifikasi tersebut di atas. Ketersediaan benih jagung yang memenuhi spesifikasi jagung pangan yang masih terbatas pada lima varietas. Berdasarkan informasi dari BRMP Tanaman Serealia di Maros, jenis varietas unggul jagung yang memiliki kandungan pati di atas 67% yang sesuai spesifikasi dari industri pengolahan jagung adalah Varietas Srikandi Putih (kandungan pati: 70,31%), Varietas Srikandi Kuning (kandungan pati: 70,21%), Varietas Srikandi Ungu (kandungan pati: 70,34%), Varietas Provit A1 (kandungan pati: 68,71%), dan Varietas Jakarin 1 (kandungan pati: 69,20%).

Sesuai dengan hasil Rakortas pada 16 Desember 2025 bahwa mulai tahun 2026 Indonesia akan mengurangi jumlah importasi jumlah jagung pangan dengan mulai mengembangkan jagung pangan (jagung rendah aflatoksin) di dalam negeri secara bertahap. Pada tahap awal pengembangan jagung pangan diarahkan untuk pengembangan jagung rendah aflatoksin (maksimal 20 ppb) dengan kadar air maksimal 14%, kemudian

pada tahap selanjutnya untuk pemenuhan jagung tinggi kadar pati dan daya berkecambah.

Sampai dengan saat ini masalah utama di lapangan adalah pengendalian aflatoksin pada jagung. Hal ini dikarenakan sebagian besar petani, pedagang pengumpul jagung dan stakeholder lainnya masih belum mengetahui potensi bahaya aflatoksin yang melebihi ambang batas jika dikonsumsi pada manusia dan belum mengetahui metode pengendalian aflatoksin pada jagung. Perlunya bimbingan dan penyuluhan dari instansi terkait mengenai teknik budidaya jagung. Petani hanya mengandalkan pengalaman yang dimiliki dalam membudidayakan jagung. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat pendidikan petani yang rendah (Nikmah et. al., 2013; Winarso, 2012).

Pengembangan jagung pangan di dalam negeri ini menghadapi banyak tantangan. Hal ini dikarenakan kebanyakan petani masih melakukan praktik budidaya pertanian jagung dengan kurang baik. Karakteristik petani yang beragam dan jagung dibudidayakan pada lahan yang kurang optimal dengan pengairan tadah hujan (lahan suboptimal). Seperti yang disampaikan oleh Anggraeni (2015) bahwa di lapangan masih terjadi fenomena panen jagung sebelum waktunya (panen muda), tanpa memperhatikan kadar air. Menurut Abdullahi dan Dandago (2021) kontaminasi aflatoksin pada jagung umumnya diakibatkan oleh praktik budidaya pertanian. Petani melaksanakan kegiatan pemanenan hanya berdasarkan penampakan visual tanaman dan berdasarkan pengalaman yang dimiliki petani, tidak memperhatikan kadar air dan kadar aflatoksin pada jagung. Hal ini disebabkan masih terbatasnya alat pengukur kadar air yang dimiliki petani maupun kelompok tani dan juga keterbatasan jumlah alat pengukur kadar aflatoksin.

Kebutuhan industri terhadap jagung pangan memerlukan kontinuitas dan keseragaman produk. Industri jagung perlu bahan baku jagung pangan yang standar dan

berkualitas. Hal ini menjadi tantangan bagi pengembangan jagung pangan karena karakteristik petani jagung yang beragam dan umumnya dibudidayakan pada lahan yang tidak terlalu luas serta terpisah-pisah. Hanya pada wilayah-wilayah tertentu tanaman jagung ditanam pada hamparan yang luas dan topografi dataran. Perlunya ada identifikasi wilayah-wilayah potensial untuk pengembangan jagung. Ini dikarenakan untuk mendapatkan jagung yang mempunyai kadar aflatoksin rendah idealnya panen dalam bentuk pipilan menggunakan mesin pemanen *corn combine harvester* dan maksimal 4 jam setelahnya harus segera dikeringkan di vertical dryer untuk menghindari peningkatan kadar aflatoksin.

Kadar aflatoksin pada jagung berkaitan erat dengan penanganan pascapanen. Ketersediaan alsintan pengeringan (*dryer*) dan sarana penyimpanan seperti silo menjadi prasyarat utama dalam pengendalian aflatoksin. Ini sejalan dengan hasil penelitian Pitt et.al (2013) bahwa peningkatan aflatoksin umumnya terjadi pada tahap pengeringan dan penyimpanan. Faktor utama yang mengakibatkan kontaminasi aflatoksin adalah kesalahan waktu dan metode pemanenan, pengeringan yang tidak sesuai, kapasitas penyimpanan (silo) yang tidak mencukupi dan prosesing yang tidak sesuai standar (Abdullahi dan Dandago, 2021). Rafiq et.al (2025) menjelaskan kurangnya fasilitas penyimpanan modern dan teknologi pascapanen menyebabkan produk agribisnis rentan terhadap kerusakan yang dapat mengurangi kualitas dan harga jualnya.

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, maka dilakukan perumusan alternatif kebijakan agar pengembangan jagung rendah aflatoksin sebagai bahan baku industri pangan dapat berjalan dengan baik dengan mempertimbangkan efektifitas, efisiensi dan dampak jangka panjang, maka ditetapkan beberapa alternatif kebijakan sebagai berikut:

1. Penguatan regulasi *Good Agricultural Practices* (GAP) jagung industri pangan

Indonesia telah memiliki regulasi berupa Undang-Undang yang mengatur tentang pangan yaitu UU No 18 Tahun 2012, regulasi mengenai keamanan pangan yaitu Peraturan Pemerintah No 86 Tahun 2019, regulasi turunan yang mengatur tentang batas cemaran aflatoksin dalam pangan yaitu Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No 8 Tahun 2018 dan Peraturan Badan Pangan Nasional No 10 Tahun 2024. Di atas merupakan regulasi yang mengatur tentang pangan, keamanan pangan dan batas cemaran dalam pangan, sehingga pangan yang dikonsumsi tidak membahayakan manusia.

Penguatan regulasi *Good Agricultural Practices* (GAP) merupakan pilar utama dalam strategi mitigasi kontaminasi aflatoksin pada jagung guna melindungi kesehatan publik dan meningkatkan akses pasar global. Berdasarkan studi literatur, aflatoksin adalah senyawa karsinogenik yang produksinya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan selama fase pra-panen hingga penyimpanan. Oleh karena itu, regulasi yang hanya berfokus pada hasil akhir (standar ambang batas) sering kali tidak cukup jika tidak disertai dengan penerapan standar budidaya yang ketat di tingkat petani.

Penguatan regulasi GAP memastikan bahwa setiap tahapan produksi jagung mengikuti prosedur ilmiah untuk menekan pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus*. Hal ini mencakup pemilihan varietas yang tepat, manajemen waktu tanam yang tepat untuk menghindari cekaman kekeringan, serta pemupukan yang optimal. Implementasi GAP ini dapat mengurangi konsentrasi aflatoksin secara signifikan sebelum jagung masuk ke rantai pasok industri. Hal ini sangat penting karena standar keamanan pangan yang ketat tanpa dukungan praktik budidaya yang baik justru dapat memicu munculnya pasar informal, di mana produk yang ditolak oleh industri pangan formal tetap dikonsumsi oleh masyarakat karena tidak adanya alternatif. Secara global, harmonisasi regulasi GAP

antarnegara menjadi krusial dalam jaringan perdagangan jagung. Perbedaan standar regulasi antarnegara sering kali menciptakan hambatan dagang dan mengalihkan komoditas terkontaminasi ke wilayah dengan pengawasan dan regulasi yang lebih lemah. Dengan memperkuat aspek hukum dan pendampingan teknis dalam GAP, pemerintah dapat menjamin bahwa jagung yang diproduksi memenuhi persyaratan keamanan internasional.

Regulasi eksisting tentang GAP di Indonesia adalah Permentan Nomor 48 Tahun 2006 tentang Pedoman Budidaya Tanaman Pangan Yang Baik dan Benar (*Good Agricultural Practice*). Permentan ini sudah berumur sekitar 20 tahun sejak diterbitkan dan perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap beberapa aspek yang sudah tidak relevan. Selain itu, Permentan Nomor 48 tahun 2026 ini bersifat terlalu umum dan berlaku untuk semua komoditas tanaman pangan (padi, jagung, sorgum, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi kayu, ubi jalar dan lainnya), sehingga mengaburkan tujuannya untuk prinsip *traceability* (produk yang dapat ditelusuri asal-usulnya dari pasar sampai lahan). Hal lain yang perlu dilengkapi pada Permentan 48 ini adalah belum adanya contoh form pencatatan detail oleh petani dan belum ada standar baku yang disarankan untuk diterapkan petani.

Penguatan regulasi yang disarankan adalah melakukan Revisi Permentan No 48 Tahun 2006. Permentan baru yang diusulkan ini khusus untuk komoditas jagung, yaitu Permentan tentang Pedoman Budidaya Jagung yang baik dan benar (*Good Agricultural Practice*). Permentan Baru (Revisi Permentan) ini sebagai pedoman bagi para petani dan para pemangku kepentingan lainnya untuk budidaya jagung yang baik dan benar dengan output jagung yang berkualitas tinggi dan rendah cemaran aflatoksin (di bawah 20 ppb). Format Permentan baru ini dapat mengacu pada regulasi GAP jagung di Thailand yaitu *Good Agricultural Practices for Maize* (TAS 4402-2010) yang mengacu pada FAO *Food*

Standards Programme – Codex Standard for Maize.

2. Pengembangan kawasan pertanian jagung industri pangan

Kondisi saat ini pertanaman jagung mempunyai karakteristik yang beragam dari lahan sawah irigasi, lahan kering tadah hujan, lahan tumpangsari, dengan topografi hamparan datar, berbukit dan tersebar dari pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara. Dengan karakteristik seperti ini perlu dikembangkan suatu kawasan jagung pangan yang terintegrasi dengan industri hilirnya.

Menurut Prasetyo dan Setiani (2020) agar usahatani menjadi lebih efisien, salah satu strategi yang dapat ditempuh adalah melalui pengembangan kawasan pertanian dengan pendekatan keterpaduan sistem antara sisi penyediaan dan sisi kebutuhan. Pengembangan kawasan pertanian merupakan satu kesatuan sistem terpadu mulai dari pengadaan input produksi usahatani sampai dengan pemasaran hasil produk-produk pertanian sampai ke konsumen akhir (Kementan, 2014). Menurut Mubyarto (2002) terdapat 5 prasyarat yang harus dipenuhi untuk mewujudkan kondisi tersebut yaitu:

(1). Tersedianya pasar untuk hasil-hasil pertanian, (2). Penggunaan teknologi, (3). Tersedianya sarana dan alat-alat produksi, (4). Adanya nilai tambah produksi bagi pelaku, baik secara individu maupun kelembagaan, dan (5). Tersedianya transportasi.

Pengembangan kawasan pertanian dimaksudkan untuk (1). Meningkatkan efektifitas dan efisiensi pelayanan jasa penunjang, (2). Menjamin keberlanjutan kegiatan pra produksi, proses produksi, pasca produksi dalam sistem agribisnis. Kegiatan yang perlu dilakukan terkait dengan komoditas jagung untuk industri pangan antara lain adalah memperkuat sistem usaha tani secara utuh dalam satu manajemen kawasan yang didukung oleh ketersediaan prasarana seperti penyediaan air dan sarana pertanian seperti penyediaan benih sumber, fasilitasi alat dan mesin

pertanian. Selain itu, perlu juga dilakukan pemberdayaan kelembagaan petani yang berorientasi ekonomi serta pemasaran hasil yang memadai (Prasetyo dan Setiani, 2020).

Berdasarkan data dari Direktorat Hilirisasi Hasil Tanaman Pangan (2025) terdapat 10 perusahaan pengguna jagung pangan di Indonesia yaitu PT Tereos FKS Indonesia (Cilegon-Banten), PT Daesang Ingredients Indonesia (Gresik-Jawa Timur), PT Sorini Agro Asia Corporindo (Pasuruan-Jawa Timur), PT Arena Agro Andalan (Wonogiri-Jawa Tengah), PT Global Dairy Alami (Subang-Jawa Barat), PT Kediri Matahari Corn Mills (Kediri-Jawa Timur), PT Pepsico Indonesia Food and Beverages (Bekasi-Jawa Barat), PT Sinar Unigrain Indonesia (Sidoarjo-Jawa Timur), PT Surya Grain Indonesia (Sidoarjo-Jawa Timur) dan PT Greenfields Indonesia (Malang-Jawa Timur). Berdasarkan informasi ini perusahaan makanan pengguna jagung pangan hanya terkonsentrasi di Pulau Jawa dengan mayoritas berada di Jawa Timur dengan rincian sebagai berikut yaitu Provinsi Banten (1 Perusahaan), Provinsi Jawa Barat (2 Perusahaan), Provinsi Jawa Tengah (1 Perusahaan), dan Provinsi Jawa Timur (6 Perusahaan). Dengan data tersebut, pengembangan kawasan jagung rendah aflatoxin ini idealnya dikembangkan di sekitar industri tersebut, tidak hanya memudahkan pemasaran hasil panen, namun juga dapat mengurangi potensi peningkatan kadar aflatoxin karena jalur distribusi yang panjang.

Menurut Wisman Djaja (2022), untuk pengembangan jagung pangan di Indonesia membutuhkan prasyarat yaitu hamparan luas dengan luasan sekitar 2.500 ha per klaster, memerlukan dukungan alat mekanisasi pertanian seperti corn combine harvester dan dryer yang mencukupi, umur panen jagung yang cukup yaitu antara 110-120 hari, dan jenis jagung yang ditanam type pipih (*dent*). Jagung type *dent* atau biasa disebut jagung gigi kuda ini yang dibutuhkan dan memenuhi spesifikasi industri pangan karena mempunyai kadar pati yang tinggi.

3. Fasilitas sarana pengeringan dan penyimpanan jagung untuk mendukung produksi jagung rendah aflatoksin

Penanganan pascapanen merupakan salah satu mata rantai yang krusial dalam budidaya jagung. Hal ini disebabkan petani umumnya memanen jagung pada musim hujan dengan curah hujan yang masih tinggi dan kondisi lingkungan yang lembab. Umumnya jagung yang dipanen mempunyai kadar air jagung yang tinggi berkisar antara 25-35 %. Hal ini jika tidak ada penanganan yang baik, jagung berpotensi terinfeksi cendawan yang menghasilkan aflatoksin (Firmansyah et al., 2007).

Pengendalian aflatoksin pada komoditas jagung merupakan aspek krusial dalam menjamin keamanan pangan dan nilai ekonomi petani. Kontaminasi aflatoksin, yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus flavus*, sering kali meningkat secara signifikan akibat penanganan pascapanen yang kurang tepat, terutama pada tahap pengeringan dan penyimpanan. Oleh karena itu, fasilitas Alat dan Mesin Pertanian (Alsintan) berupa mesin pengering (*dryer*) dan sarana penyimpanan seperti silo menjadi sangat penting. Metode pengeringan yang paling ekonomis dan umum di Asia adalah pengeringan matahari, yang mengharuskan biji-bijian disebar di udara terbuka dalam waktu lama. Namun, metode ini juga berpotensi mengekspos biji-bijian terhadap kontaminasi aflatoksin (Lakshman et. al., 2022). Untuk mendapatkan jagung dengan kandungan kadar aflatoksin total di bawah 20 ppb, jagung hasil panen harus segera dikeringkan dan disimpan di tempat yg tidak banyak terdapat kandungan uap air, seperti silo. Namun kendalanya, saat ini jumlah mesin pengering dan silo tempat penyimpanan jagung sangat terbatas. Imbasnya hasil panen jagung dari dalam negeri jumlahnya sedikit yang memenuhi spesifikasi industri pangan (Soemanegara, 2022).

Pengeringan yang cepat segera setelah panen adalah strategi mitigasi utama untuk

menghentikan pertumbuhan jamur. Kadar air jagung harus segera diturunkan hingga di bawah 14% untuk mencegah akumulasi toksin lebih lanjut. Penggunaan mesin *dryer* memberikan keunggulan dibandingkan pengeringan tradisional yang bergantung pada cuaca, karena mampu menjamin penurunan kadar air secara seragam dan cepat meskipun dalam kondisi kelembapan tinggi. Keterlambatan dalam proses pengeringan, terutama lebih dari lima hari, terbukti meningkatkan risiko kontaminasi berat secara drastis.

Setelah dikeringkan, jagung membutuhkan sarana penyimpanan yang mampu menjaga stabilitas kualitasnya. Silo yang bersih dan memiliki sistem aerasi yang baik sangat efektif dalam melindungi biji jagung dari infestasi serangga dan fluktuasi kelembapan lingkungan yang memicu pertumbuhan kembali jamur. Penyimpanan dalam wadah yang tertutup rapat dan aman dari hama membantu mempertahankan kadar air rendah yang telah dicapai selama proses pengeringan. Dengan integrasi teknologi pengeringan dan penyimpanan yang memadai, rantai pasok jagung untuk industri pangan dapat terlindungi dari ancaman aflatoksin, sekaligus meningkatkan daya saing produk di pasar nasional maupun internasional.

4. Peningkatan kapasitas petani untuk produksi jagung rendah aflatoksin

Pengembangan jagung untuk industri pangan di Indonesia masih menghadapi tantangan besar karena belum dilakukan secara intensif dibandingkan untuk industri pakan ternak. Padahal jagung memiliki peran strategis sebagai sumber karbohidrat, protein, dan bahan baku industri makanan seperti minyak dan tepung maizena. Peningkatan kapasitas petani sangat krusial untuk memenuhi standar kualitas industri pangan, terutama dalam menekan kontaminasi aflatoksin yang bersifat karsinogenik dan dapat menurunkan nilai jual. Melalui penerapan *Good Agricultural*

Practices (GAP) dan *Good Handling Practices* (GHP), petani dapat meningkatkan keterampilan budidaya serta penanganan pascapanen yang tepat. Upaya ini tidak hanya menjamin keamanan pangan, tetapi juga meningkatkan daya saing produk dan pendapatan petani secara berkelanjutan.

Peningkatan kapasitas petani melalui penyuluhan dan pelatihan menjadi kunci utama dalam mentransformasi jagung dari sekadar pakan ternak menjadi komoditas industri pangan yang berkualitas. Berdasarkan hasil penelitian Beyene et.al (2016), penguatan aspek pengetahuan dan keterampilan, terutama dalam penerapan *Good Agricultural Practices* (GAP) dan pengendalian aflatoksin, sangat krusial untuk memenuhi standar industri pangan yang ketat.

Menurut Amelia et.al (2020), faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas petani pada usaha tani jagung yaitu ketersediaan teknologi informasi, ketersediaan sarana prasarana dan inovasi, serta penyelenggaraan penyuluhan meliputi persiapan penyuluhan, pelaksanaan penyuluhan dan evaluasi.

Momentum ini didukung oleh Instruksi Presiden (Inpres) No. 3 Tahun 2025 yang mengalihkan kewenangan pendayagunaan penyuluh pertanian dari daerah ke pusat. Kebijakan ini memastikan standarisasi materi dan intensitas pendampingan yang lebih merata secara nasional. Dengan komando pusat, penyuluh dapat lebih fokus mengarahkan petani pada budidaya intensif jagung pangan, menjamin keamanan produk, serta memperkuat ketahanan pangan nasional melalui integrasi hulu-hilir yang lebih terstruktur.

Pilihan Kebijakan

Dalam melakukan analisis prioritas alternatif kebijakan yang diusulkan, telah dilaksanakan penilaian dengan skoring 1-5 oleh *key person* di lingkup Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Balai Besar Perakitan & Modernisasi Pertanian (BRMP) Pascapanen yaitu Direktur, Ketua Kelompok Substansi,

Ketua Tim Kerja dan PMHP Ahli Madya.

Penilaian dengan metode pengisian kuesioner melalui *google form* dan dikombinasikan dengan pendalaman informasi melalui wawancara. Selanjutnya hasil tersebut dituangkan ke dalam matriks tabulasi yang berisi skor rata-rata dari hasil penilaian responden terkait prioritas alternatif kebijakan berdasarkan tiga kriteria yang telah ditentukan yaitu efektivitas, efisiensi dan dampak jangka panjang.

Tabel 1. Skoring Alternatif Kebijakan

No	Alternatif Kebijakan	Efektivitas	Efisiensi	Dampak Jangka Panjang	Total
1	Penguatan regulasi Good Agricultural Practices (GAP) jagung industri pangan	4	4	3	11
2	Pengembangan kawasan pertanian jagung industri pangan	5	4	5	14
3	Fasilitasi sarana pengeringan dan penyimpanan jagung untuk mendukung produksi jagung rendah aflatoksin	4	2	4	10
4	Peningkatan kapasitas petani untuk produksi jagung rendah aflatoksin	4	4	4	12

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Berdasarkan tabel di atas, kebijakan pengembangan kawasan pertanian jagung industri pangan adalah alternatif kebijakan dengan skor tertinggi. Untuk mendukung kebijakan pengembangan kawasan pertanian jagung industri pangan, maka digunakan pendekatan *logic model* (Knowlton dan Philips, 2013) untuk merancang hubungan sebab-akibat dari sebuah program/kegiatan serta hasil yang diharapkan. Kebijakan ini mencakup beberapa aspek penting yaitu alokasi anggaran, pembangunan infrastruktur kawasan, sumber daya manusia, dan kerjasama para pemangku kepentingan.

Pada tahap jangka pendek, kebijakan ini memfokuskan pada penguatan struktur dan standarisasi. Penekanan utama pada tahap ini adalah peningkatan kesadaran, kemampuan, dan keterampilan petani dalam budidaya jagung rendah aflatoksin serta perbaikan teknis di lahan. Aspek ini meliputi sosialisasi penerapan GAP ke petani, penguatan prapanen dan pascapanen dalam rangka mengendalikan aflatoksin, serta skrining periodik kandungan aflatoksin baik pada tahap pemanenan,

pemipilan, pengeringan dan penyimpanan.

Pada tahap jangka menengah akan berfokus pada aspek integrasi rantai pasok. Hal yang berkaitan dengan hal ini adalah sertifikasi produk, traceability dan penguatan kemitraan.

Pada jangka panjang berfokus pada kemandirian dan keberlanjutan. Hal yang menjadi perhatian pada tahap ini adalah diversifikasi produk dan penguatan ekosistem.

Dalam *framework* implementasi kegiatan selama 5 tahun, pada Tahun ke-1 merupakan tahap inisiasi atau perencanaan, identifikasi potensi dan pelaksanaan kegiatan. Kegiatan ini meliputi analisis kesesuaian lahan, analisis keterjangkauan dengan industri hilir, dan analisis ketersediaan fasilitas pascapanen.

Pada tahun ke-2 dan tahun ke-3 merupakan tahap pengembangan yang menitikberatkan pada aspek pengembangan infrastruktur dan fasilitas. Pembangunan fisik ini seperti pemenuhan pembangunan infrastruktur seperti jalan, pusat kegiatan, pasar agribisnis dan fasilitas pendukung lainnya. Pengembangan fasilitas ini adalah pemenuhan sarana pendukung seperti benih, pupuk, alsintan prapanen dan pascapanen, dan fasilitas lainnya.

Pada tahun ke 3 sampai tahun ke-4 merupakan tahap pemantapan kelembagaan dan kemitraan. Pada tahap ini memastikan pemenuhan kebutuhan dasar dan sarana untuk pengembangan usaha, kelembagaan dan ekonomi masyarakat di kawasan.

Pada tahun ke 5 merupakan tahap penyesuaian (*adjustment*). Substansi penyesuaian dilaksanakan setelah sebelumnya dilaksanakan *monitoring* dan evaluasi (*monev*). Berdasarkan hasil *monev* ini, kebijakan akan dilaksanakan penyesuaian (*adjustment*) dengan umpan balik dari masyarakat dan kinerja aktual di lapangan.

Rekomendasi Kebijakan

Untuk mendukung pengembangan kawasan jagung rendah aflatoksin sebagai bahan baku industri pangan diperlukan

kerangka kebijakan yang tepat dengan penguatan peraturan yang mengatur tugas, wewenang, tanggung jawab serta pelaksanaan program sebagai acuan yang mengatur prosedur kolaborasi dan koordinasi pelaksanaan antar instansi terkait.

Rekomendasi kebijakan ini akan dituangkan dalam bentuk Keputusan Menteri Pertanian tentang Pengembangan Kawasan Pertanian Jagung Untuk Industri Pangan. Hal ini karena sudah ada regulasi yang eksisting terkait pengembangan kawasan secara umum (tidak spesifik) yaitu Peraturan Menteri Pertanian Nomor 3 Tahun 2024 tentang Pengembangan Kawasan Pertanian. Menurut Indrati (2018) bahwa dalam perundang-undangan, bahwa peraturan itu bersifat umum, abstrak dan terus-menerus. Sedangkan keputusan bersifat individual, spesifik, konkret dan final. Pada Keputusan Menteri Pertanian ini akan memuat tentang lokasi, luasan pengembangan jagung pangan di Indonesia dan konsolidasi usaha serta penumbuhan korporasi usaha pertanian jagung pangan.

Selain itu, akan dituangkan dalam Rencana Strategis Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Petunjuk Operasional Kegiatan Direktorat Seralia dan Petunjuk Operasional Kegiatan Direktorat Hilirisasi Hasil Tanaman Pangan. Selain itu, Ditjen Tanaman Pangan perlu menyusun peta jalan (*road map*) terkait pengembangan jagung pangan sebagai acuan bagi Dinas Pertanian Provinsi dan Kabupaten/Kota serta stakeholder terkait dalam pengembangan jagung pangan di Indonesia.

Di samping itu, kerangka peraturan akan menetapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk budidaya jagung untuk kebutuhan industri pangan (jagung rendah aflatoksin). SOP ini disusun untuk memastikan konsistensi pelaksanaan tahapan budidaya jagung di lapangan. Hal ini untuk memastikan jagung yang dihasilkan dapat memenuhi standar kebutuhan industri pangan, khususnya terkait kandungan cemaran aflatoksin.

Dalam rangka pencapaian sasaran, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan melakukan koordinasi teknis dengan Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian dalam penentuan lokasi fasilitasi sarana pengeringan dan penyimpanan jagung yang bersumber dari APBN. Sesuai dengan Peraturan Presiden No 192 Tahun 2024 tentang Kementerian Pertanian, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian yang mempunyai tupoksi penyediaan sarana dan sarana di bidang pertanian. Koordinasi teknis ini menjadi aspek krusial dalam pengendalian aflatoksin pada jagung karena peningkatan cemaran aflatoksin tertinggi selama tahap pengeringan dan penyimpanan.

KESIMPULAN

Produksi jagung rendah aflatoksin untuk memenuhi kebutuhan industri pangan di Indonesia masih rendah akibat belum optimalnya penerapan Good Agricultural Practices (GAP) serta keterbatasan sarana dan prasarana pascapanen.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengembangan kawasan pertanian jagung industri pangan merupakan alternatif kebijakan dengan prioritas tertinggi, dengan skor 14 berdasarkan efektivitas, efisiensi, dan dampak jangka panjang.

Oleh karena itu, pengembangan kawasan jagung rendah aflatoksin perlu dilakukan secara terintegrasi dari hulu hingga hilir, melalui penerapan GAP, peningkatan kapasitas petani, penyediaan sarana pascapanen, dan penguatan keterhubungan dengan industri pangan untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

Abdallah, M.F., M.D. Boevre, K. Audenaert, G. Haesaert, S.D. Saeger. 2018. Highlight report: Mycotoxins as food contaminants in Africa—challenges and perspectives. *Archives of Toxicology* (2018) 92:2151–2152

Adamczyk, M., P.K. Marszatek. 2025. Introduction to food safety and quality – theoretical and legal considerations. *Internal Security Review* 2025, no. 33, pp. 259–284

Abdullahi, N, M.A. Dandago. 2021. Aflatoxins in Food Grains: Contamination, Dangers and Control. *FUDMA Journal of Sciences (FJS)* Vol. 5 No. 4, December, 2021, pp 22 - 29

Aldillah, R. 2017. Strategi Pengembangan Agribisnis Jagung di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*, Vol. 15 No. 1, Juni 2017: 43-66

Amelia, D., Dayat, D., & Widyastuti, N. 2020. Kapasitas petani pada usahatani jagung (*Zea mays*) di Kecamatan Sukadana Kabupaten Ciamis. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 187–196

Anggraeni, D. 2015. Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Petani Dalam Memilih Waktu Panen Jagung (Kasus Pada Petani Jagung di Kabupaten Serang Provinsi Banten). *Mimbar Agribisnis*. Vol 1 No 1 Juli 2015

Ardiani, N. 2009. Rantai Pasokan Jagung di Daerah Sentra Produksi Indonesia. *Majalah Pangan Edisi No. 53/XVIII/2009*.

Azziz-Baumgartner E, Lindblade K, Gieseke K, Rogers HS, Kieszak S, Njapau H, et al. 2005. Case-control study of an acute aflatoxicosis outbreak in Kenya. *Environ Health Perspect* 113:1779–1783

Bardach, E. 2012. A Practical Guide for Policy Analysis. *The Eightfold Path to More Effective Problem Solving*. CQ Press.

Benkerroum, N. 2020. Aflatoxins: Producing-molds, structure, health issues and incidence in Southeast Asian and Sub-Saharan African countries. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(4):1215

Beyene, A.A., A.Z. Woldegiorgis, A.A. Adish, S.D. Saeger, A.L. Tolossa. 2016. Assessment of mothers' knowledge and practice towards aflatoxin contamination in complementary foods in Ethiopia: from preharvest to household. *World mycotoxin*

- journal, 2016, 9(4):535:544
- BSN. 2020. Jagung. SNI 8926:2020.
- BPOM. 2026. Permohonan Fasilitasi Pengawasan Cemaran Mikotoksin pada Beras Merah dan Jagung untuk Bahan Baku Industri Pangan.
- Dharmaputra, O. S., Retnowati, I., Ambarwati, S., & Widiastuti, A. (2016). *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination in maize of various stack positions and storage periods in a grain mobile dryer's warehouse. *BIOTROPIA - The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 23(2), 125-134
- Dickerson, G. W. 2008. Specialty Corns. Cooperative Extension Service New Mexico State University. New Mexico
- Etzel, R. 2002. Mycotoxins. J. Am. Med. Assoc. 2002, 287, 425–427.
- European Commission. (2006). Commission Regulation (EC) No 1831/2003 of 19 December 2003 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Union, 364,5–24
- FAO.2004. World wide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. FAO Food and Nutrition Paper 81. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Firmansyah, I.U., M. Aqil, dan Y. Sinuseng. 2007. Penanganan Pasca Panen Jagung. Di dalam: Sumarno et al. (Editor). Jagung: teknik produksi dan pengembangan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Fitriati, D., V. Ramashinta, H. Kusumawardhani. 2021. Dampak Penerapan Fasilitasi Sarana Pascapanen terhadap Kualitas Jagung (*Zea mays* L.) di Indonesia. *agriTECH*, 41 (4) 2021, 327-334
- Giesecker K. E. 2004. *Outbreak of Aflatoxin Poisoning — Eastern and Central Provinces, MMWR, Morbidity and Mortality Weekly Report*. Kenya: Centers for Disease Control and Prevention
- Globaldatalab.com. 2025. Yearly Average Surface Temperature . [Diakses pada 30 Desember 2025]
- Gunasekera, D., H. Parsons, M. Smith. 2017. Post-harvest loss reduction in Asia-Pacific developing economies. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies* Vol. 7 No. 3, 2017 pp. 303-317
- Giray, B.; Girgin, G.; Engin, A.B.; Aydın, S.; Sahin, G. 2007. Aflatoxin Levels in Wheat Samples Consumed in Some Regions of Turkey. *Food Control* 2007, 18, 23–29.
- Hussain, M. A., & Gooneratne, J. 2017. Understanding the frontiers of food safety: A review. *Food Control*, 77, 202-211
- Indrati, M.F. 2018. Ilmu Perundang-undangan Jilid I : Jenis, Fungsi dan Materi Muatan. Kanisius, Jakarta.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). 1993. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Some Naturally Occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins; IARC Press: Lyon, France, 1993; Volume 56, ISBN 92-832-1256-8.
- International Agency for Research on Cancer. 1987. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs; IARC Press: Lyon, France, 1987; Volume 1, ISBN 978-92-832-1411-3.
- Kamala A., M. Kimanya, De Meulenaer, P. Kolsteren, L. Jacxsens, G. Haesaert. 2018. Post-harvest interventions decrease aflatoxin and fumonisin contamination in maize and subsequent dietary exposure in Tanzanian infants: a cluster randomised-controlled trial. *World Mycotoxin J.* 2018;11(3):447–58
- Kementerian Koordinator Bidang Pangan.

2025. Roadmap Pemenuhan Jagung Untuk Industri Pangan. Disampaikan dalam Rapat Koordinasi Penyediaan Jagung Pangan di Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta-Magelang, 29 Oktober 2025.
- Kementerian Pertanian. 2014. Kebijakan Pembangunan Pertanian dan Pengembangan Kawasan 2015-2019. Bahan Pra-Musrenbangtan Mei 2014. Bogor
- Knowlton, L. W. and C. C. Philips. 2013. The Logic Model Guide Book: Better Strategies for Great Results, 2nd Edition. SAGE Publishing. California.
- Kumar P, Mahato DK, Kamle M, Mohanta TK and Kang SG. 2017. Aflatoxins: A Global Concern for Food Safety, Human Health and Their Management. *Front. Microbiol.* 7:2170
- Lakshman, P., D. Dilrukshi, B. Bulathgama. 2022. The aflatoxin occurrence of food commodities in Sri Lanka: an overview of prevalence, detection and decontamination techniques. *Trop Agric Res Ext.* 2022
- Marriott, N. G., Schilling, M. W., & Gravani, R. B. 2018. *Principles of Food Sanitation* (6th ed.). Springer International Publishing
- Meijer, S.M, D. Catacutan, O. C. Ajayi, G. W. Sileshi, M. Nieuwenhuis. 2014. The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa, *International Journal of Agricultural Sustainability*
- Melia, F., F.M. Aldian, M.S.F. Pahlevi, R.N.I. Risqullah, S. Oktaffiani. 2023. Peran Pemerintah Dalam Meningkatkan Volume Ekspor Jagung. *Jurnal Economina* Volume 2, Nomor 1, Januari 2023
- Miller, J.D. Fungi and Mycotoxins in Grain: Implications for Stored Product Research. *J. Stored Prod. Res.* 1995, 31, 1–16.
- Mubyarto. 2002. Pengantar Ekonomi Pertanian. Edisi Ketiga. PT Pustaka LP3ES. Jakarta
- Xuan Thi Thanh Nguyen, Thuy Thi Thanh Nguyen, Hung Nguyen-Viet, Khanh Ngoc Tran, Johanna Lindahl, Delia Grace Randolph, Thanh Minh Ha, Hu Suk Lee. 2018. Assessment of aflatoxin B1 in maize and awareness of aflatoxins in Son La, Vietnam, *Infection Ecology & Epidemiology*, 8:1, 1553464
- Nikmah, A., E. Fauziyah, M. Rum. 2013. Analisis Produktivitas Usahatani Jagung Hibrida di Kabupaten Sumenep. *Agriekonomika* Volume 2, Nomor 2, Okt 2013.
- Nino, J., E.Y. Neonbeni. 2020. Analisis Kadar Aflatoxin Jagung Lokal Timor Pada Perlakuan Lama Pengeringan Menggunakan Udara Alamiah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 9, No. 4 (2020): 336-342
- Peraica, M.; Radic, B.; Lucic, A.; Pavlovic, M. Toxic Effects of Mycotoxins in Human. *Bull. World Health Organ.* 1999, 77, 754–766
- Pickova, D., V. Ostry., F. Malir. 2021. A Recent Overview of Producers and Important Dietary Sources of Aflatoxins. *Toxins* 2021, 13, 186.
- Pitt, J., Taniwaki, M. H., & Cole, M. 2013. Mycotoxin production in major crops as influenced by growing, harvesting, storage and processing, with emphasis on the achievement of Food Safety Objectives. *Food Control*, 32(1), 205e215.
- Prasetyo dan Setiani. 2020. Pengembangan Kawasan Pertanian Padi Berbasis Korporasi Petani di Jawa Tengah (Suatu Pemikiran Untuk Dipertimbangkan). Prosiding Seminar Nasional Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4.0
- Prasetyo, R., Sari, M. K., Lestari, Y.K. 2024. Penguatan ekosistem jagung: isu, tantangan, dan kebijakan. *Policy Brief Pertanian, Kelautan, Dan Biosains Tropika.* 6(1):749-753
- Probst C, Schulthess F, Cotty P. 2010. Impact

- of *Aspergillus* section *Flavi* community structure on the development of lethal levels of aflatoxins in Kenyan maize (*Zea mays*). *J Appl Microbiol.* 2010;108(2):600–10
- Pusdatin Kementan. 2024. Outlook Jagung. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. ISSN 1907-1507
- PSEKP. 2018. Policy Brief Strategi Antisipatif Pengelolaan Surplus Produksi Jagung. Bogor
- Rafiq, A., N. Wijayanti, Syafruddin, Sudirman, S. Iskandar. 2025. Kebijakan Pemerintah Tentang Rantai Pasok Dalam Rangka Efisiensi Agribisnis Padi Dan Jagung Di Kabupaten Sumbawa. *JRAM Vol 1 Issue Oktober 2025*.
- Rahayu, E.S., S. Raharjo, A.A. Rahmianna. 2003. Cemaran Aflatoksin Pada Produksi Jagung Di Daerah Jawa Timur. *Agritech Vol 23 No 4*.
- Raharjo, S. 2009. Saatnya Indonesia Bangkit Melawan Aflatoksin. *Majalah Pangan Edisi No. 53/XVIII/2009*
- Shendurse A.M and P.D. Sawale. 2019. Food Safety – a key to healthy life. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering Vol 9 Issue I 2019*.
- Sidqi, I.F. dan A. Adetya. 2024. Perbaikan Tata Kelola Budidaya Jagung Di Indonesia. Policy Brief Pertanian, Kelautan, dan Biosains Tropika Vol. 6 No. 2 Tahun 2024
- Soemanagara, D.F. (6 Mei 2022). Ini Penyebab Pasokan Jagung Dalam Negeri Rendah. *Bisnis.com*.
<https://ekonomi.bisnis.com/read/20220506/99/1530347/ini-penyebab-pasokan-jagung-dalam-negeri-rendah>
- Stepman, F. 2018. Scaling-up the impact of aflatoxin research in Africa. *Role Soc Sci Toxins.* 2018;10(4):136
- Udomkun, P.; Wiredu, A.N.; Nagle, M.; Müller, J.; Vanlauwe, B.; Bandyopadhyay, R. 2017. Innovative Technologies to Manage Aflatoxins in Foods and Feeds and the Profitability of Application—A Review. *Food Control* 2017, 76, 127–138.
- Unnevehr, L and D. Grace. 2013. Aflatoxins Finding Solutions for Improved Food Safety. IFPRI. Washington.
- Ukragroconsult.com (2025). Growing demand for corn in Indonesia driven by expansion of feed production. [Diakses pada 11 Januari 2026]
- Van Egmond, H.P, M.A. Jonker. Worldwide regulations on aflatoxins-the situation in 2002. *J Toxicol Toxin Rev.* 2004;23(2–3):273–9
- Williams J.H., T.D. Phillips, P.E. Jolly, J.K. Stiles, C.M. Jolly, D. Aggarwal. 2004. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(5):1106–22
- Winarso, B. 2012. Prospek dan Kendala Pengembangan Agribisnis Jagung di Propinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol. 12 (2): 103-114*
- Winter, G. and. L Pereg. 2019. Review on the Relation between Soil and Mycotoxins: Effect of Aflatoxin on Field, Food and Finance. *Eur. J. Soil Sci.* 2019, 70, 882–897.
- Wisman Djaja. 2022. Webinar Pengembangan Jagung Pangan. 25 Agustus 2022.
- Wood, G. E. 1992. Mycotoxins in foods and feeds in the United States. *Journal of Animal Science*, 70(12), 3941–3949
- Wu, F. and P. Khlangwiset. 2010. Health economic impacts and cost-effectiveness of aflatoxin reduction strategies in Africa: Case studies in biocontrol and postharvest interventions. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2010 April ; 27(4): 496–509