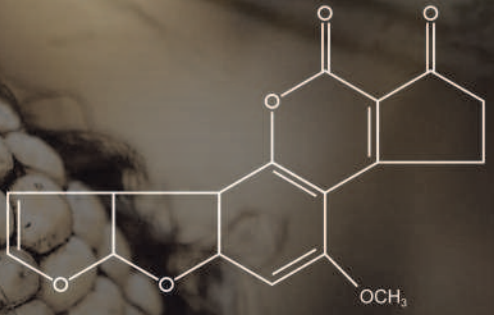




104.5 µm



# MIKOTOKSIN

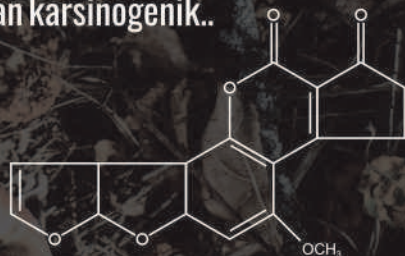
## Bahaya dan Pencegahannya

Ni Nyoman Puspawati | Agus Selamat Duniaji

# MIKOTOKSIN

## Bahaya dan Pencegahannya

Mikotoksin merupakan racun atau toksin yang dihasilkan oleh cendawan toksigenik yang hidup dan tumbuh pada bahan dan produk pangan, baik selama bahan pangan di ladang maupun selama waktu penyimpanan. Toksin ini merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh cendawan sebagai salah satu cara untuk mempertahankan diri, dan kemudian diekresikan ke luar. Mikotoksin mempengaruhi ekonomi pertanian di berbagai negara, mengganggu perdagangan, menurunkan produksi ternak dan mempengaruhi kesehatan manusia. Mikotoksin sangat berbahaya karena bersifat mutagenik, teratogenik, dan karsinogenik..



eureka  
media akhira  
Anggota IKAPI  
No. 225/JTE/2021

0858 5343 1992  
eurekamediaakhira@gmail.com  
Jl. Banjaran RT.20 RW.10  
Bojongsari - Purbalingga 53362



# **MIKOTOKSIN: BAHAYA DAN PENCEGAHANNYA**

**Ni Nyoman Puspawati  
Agus Selamat Duniaji**



**eureka**  
**media aksara**

**PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA**

## MIKOTOKSIN: BAHAYA DAN PENCEGAHANNYA

**Penulis** : Ni Nyoman Puspawati  
Agus Selamat Duniaji

**Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita

**Tata Letak** : Via Maria Ulfah

**ISBN** : 978-623-151-528-5

**No. HKI** : EC00202394840

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, SEPTEMBER 2023**  
**ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH**  
**NO. 225/JTE/2021**

**Redaksi** :

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari  
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

**All right reserved**

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

## KATA SAMBUTAN

Puji syukur saya panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya sebuah buku berjudul Mikotoksin: Bahaya dan Pencegahannya untuk memenuhi kebutuhan para mahasiswa di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian maupun masyarakat yang ingin mendapatkan pengetahuan bidang Mikotoksin. Saya selalu menyambut dengan baik dan mendorong diterbitkannya buku yang ditulis oleh staf dosen kami. Keberhasilan penyusunan karya tulis dalam bentuk buku sudah barang tentu memerlukan ketekunan, kedisiplinan, komitmen dan kerjasama diantara tim penulis.

Buku ini diawali dengan penjelasan tentang mikotoksin dan jenis-jenisnya, kemudian dilanjutkan dengan uraian tentang toksin yang dihasilkan dari cendawan, serta bagaimana cara menangani bahaya yang ditimbulkan dari mikotoksin tersebut. Saya sangat memberikan apresiasi dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada para penulis yang sudah mampu memberikan kontribusi dalam memenuhi dan melengkapi referensi bagi mahasiswa, dosen maupun masyarakat umum. Bagi seorang dosen, menghasilkan karya tulis berupa buku merupakan suatu kewajiban sekaligus merupakan salah satu bentuk pencapaian kinerja baik bagi dosen maupun institusi.

Diharapkan dengan terbitnya buku ini dapat menginspirasi para dosen-dosen yang lain agar terpacu juga untuk menghasilkan karya tulis berupa buku terkait. Sebagai akhir kata, semoga buku ini memberikan manfaat yang baik bagi para pembaca dan selanjutnya para penulis secara terus menerus melakukan perbaikan sesuai dengan saran dan masukan dari pembaca.

Kampus Bukit Jimbaran, Agustus  
2023

Prof.Ir. I Made Anom Sutrisna  
Wijaya, M.App.Sc., Ph.D.

## KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini dibuat untuk menunjang dan melengkapi Mata Kuliah Toksikologi Pangan bagi mahasiswa Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan. Materi yang disajikan dalam bahan ajar ini adalah mengenai Mikotoksin yang merupakan bagian pengajaran yang diberikan pada Mata Kuliah Toksikologi Pangan

Toksikologi adalah bidang ilmu tentang racun atau toksin yang tidak bisa dipisahkan dengan Pangan. Paparan toksin melalui makanan dan di konsumsi oleh makhluk hidup dapat menimbulkan keracunan. Keracunan lebih disebabkan oleh karena dosis yang dikonsumsi lebih tinggi dari biasanya. Salah satu sumber toksin yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam hal ini oleh cendawan adalah mikotoksin. Oleh karena itu bahan ajar mikotoksin secara khusus ditulis dan disusun untuk melengkapi dan mendalami bidang ilmu Toksikologi Pangan khususnya racun yang dihasilkan oleh Cendawan

Harapan penulis, bahan ajar ini dapat memenuhi dan membantu tugas-tugas sebagai tenaga pengajar dan bermanfaat untuk pengembangan pengetahuan penulis dan menjadi sumber informasi bagi semua pihak yang membutuhkannya. Untuk kesempurnaan bahan ajar ini, penulis mengharapkan masukan dari berbagai pihak untuk penyempurnaan bahan ajar ini. Atas semua saran dan kritik penulis sampaikan terima kasih.

Bali, Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA SAMBUTAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Pengertian Mikotoksin .....	1
B. Kontaminasi Cendawan dan Mikotoksin .....	2
<b>BAB 2 JENIS MIKOTOKSIN .....</b>	<b>7</b>
A. Aflatoksin .....	7
B. Ochratoxin .....	11
C. Fumonisin.....	13
D. Trichothecene .....	16
E. Zearalenone .....	18
F. Citrinin.....	21
G. Patulin.....	22
H. Ergot Alkaloid .....	24
<b>BAB 3 PAPARAN DAN TOKSISITAS MIKOTOKSIN .....</b>	<b>25</b>
A. Aflatoksin .....	28
B. Okratoksin A .....	30
C. Fumonisins .....	32
D. Triketesena (DON dan T-2).....	32
E. Zearalenone .....	35
<b>BAB 4 MIKOTOKSIN DAN BAHAYA YANG DITIMBULKAN .....</b>	<b>39</b>
<b>BAB 5 KONTAMINASI MIKOTOKSIN PADA KOMODITI PERTANIAN.....</b>	<b>57</b>
A. Pengaruh Perubahan Cuaca terhadap Mikotoksin .....	65
B. Perubahan Iklim dan Kontaminasi Aflatoksin.....	66
C. Perubahan Iklim dan Kontaminasi Fumonisin .....	67
D. Perubahan Iklim dan Kontaminasi Deoxynivalenol....	68
E. Faktor-Faktor Penyebab Kontaminasi Cendawan .....	69
F. Pencegahan dan Pengendalian Kontaminasi Mikotoksin.....	70

**DAFTAR PUSTAKA.....73**  
**TENTANG PENULIS.....79**



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis Cendawan dan Mikotoksin yang Dihasilkan .....	41
Tabel 2. Standar Maksimum Mikotoksin di Beberapa Negara.....	42
Tabel 3. Pengaruh Mikotoksin Pada Manusia Dan Hewan.....	47
Tabel 4. Jenis Mikotoksin dan Sumber Bahan yang Sering Terkontaminasi .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Aflatoksin .....	9
Gambar 2. Struktur Okratoksin (Andre, 2002).....	13
Gambar 3. Struktur Kimia Fumonisin .....	14
Gambar 4. Struktur Kimia Trichotecene.....	17
Gambar 5. Struktur Imia Zearalenon.....	19

# BAB

# 1

# PENDAHULUAN

## A. Pengertian Mikotoksin

Kata mikotoksin berasal dari dua kata, *mukes* yang berarti cendawan (Yunani) dan *toxicum* yang mengacu pada racun (Latin). Mikotoksin adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada toksin yang dihasilkan oleh cendawan. Lebih lengkapnya, mikotoksin didefinisikan sebagai produk alami dengan bobot molekul rendah yang dihasilkan sebagai metabolit sekunder dari cendawan berfilamen dan dapat menyebabkan penyakit bahkan kematian pada manusia, hewan, tumbuhan, maupun mikroorganisme lainnya.

Mikotoksin adalah metabolit sekunder produk dari cendawan berfilamen, dimana dalam beberapa situasi, dapat berkembang pada makanan yang berasal dari tumbuhan maupun dari hewan. *Fusarium sp*, *Aspergillus sp* dan *Penicillium sp* merupakan jenis cendawan yang paling umum menghasilkan racun mikotoksin dan sering mencemari makanan manusia dan pakan hewan. Cendawan tersebut tumbuh pada bahan pangan atau pakan, baik sebelum dan selama panen atau saat penyimpanan yang tidak tepat

Mikotoksin tidak terlihat, tidak berbau dan tidak dapat dideteksi oleh penciuman atau rasa, tetapi dapat mengurangi kinerja produksi ternak secara signifikan. Mikotoksin mempengaruhi ekonomi pertanian di berbagai negara, mengganggu perdagangan, menurunkan produksi ternak dan mempengaruhi kesehatan manusia.

# BAB

# 2

# JENIS MIKOTOKSIN

Mikotoksin merupakan metabolit sekunder bersifat toksik yang dihasilkan oleh berbagai jenis jamur pathogen. Terdapat delapan jenis mikotoksin utama yang sering merugikan manusia, yaitu aflatoksin, ochratoxin, fumonisin, trichothecene, zearalenone, citrinin, patulin dan ergot alkaloid.

## A. Aflatoksin

Aflatoksin adalah suatu toksin yang dihasilkan oleh beberapa jenis cendawan yang diproduksi di lingkungan yang panas dan lembab (Admin, 2019). Jenis cendawan tersebut adalah dari kelompok *Aspergillus* sp., dan toksin tersebut diproduksi ketika mereka berhasil untuk menginfeksi suatu komoditas, tumbuh dan berkembang, dan selanjutnya menemukan kondisi yang sesuai bagi mereka untuk memproduksi toksin tersebut. Spesies yang diidentifikasi dapat menghasilkan aflatoksin khususnya adalah *A. flavus*, *A. parasiticus*, dan *A. nomius*. Salah satu spesies tersebut, yaitu *A. flavus*, adalah salah satu mikroorganisme yang sering sekali dijumpai di tanah dan udara di hampir seluruh belahan bumi. *A. flavus* juga sering dijumpai pada penyimpanan komoditi atau bahan-bahan seperti gandum, beras, biji kopi, dan tepung.

Aflatoksin berasal dari singkatan *Aspergillus flavus toxin*. Toksin ini pertama kali diketahui berasal dari cendawan *Aspergillus flavus* yang berhasil diisolasi pada tahun 1960. *A. flavus* sebagai penghasil utama aflatoksin umumnya hanya memproduksi aflatoksin B1 dan B2 (AFB1 dan AFB2) Sedangkan *A. parasiticus* memproduksi AFB1, AFB2, AFG1, dan

# BAB 3

## PAPARAN DAN TOKSISITAS MIKOTOKSIN

Mikotoksin merupakan toksin yang dihasilkan oleh cendawan toksigenik yang hidup dan tumbuh di pangan, baik selama pangan di ladang maupun selama waktu penyimpanan. Toksin ini merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh cendawan sebagai salah satu cara untuk mempertahankan diri, dan kemudian diekresikan ke luar. Karena toksin ini bukan tergolong protein, perlakuan panas tidak dapat menghambat pertumbuhannya di bahan pangan. Hal itu dijelaskan oleh peneliti Seafast Center IPB Dr Ratih Dewanti Hariyadi dalam seminar keamanan pangan yang diselenggarakan oleh Tuv Nord pada 27 Maret lalu di Bogor. Dijelaskan bahwa mikotoksin sangat berbahaya karena bersifat mutagenik, teratogenik, dan karsinogenik. Beberapa contoh mikotoksin penting pada pangan yang telah dipelajari sampai saat ini, yaitu aflatoksin, patulin, ochratoksin, fumonisin, dan deokynivalenol (DON). Contoh-contoh pangan yang menjadi tempat hidup dari mikotoksin adalah jagung, kopi, dan sereal. Walaupun mikotoksin yang dihasilkan cendawan berbahaya, terdapat beberapa jenis cendawan yang tidak berbahaya dan berfungsi untuk pengolahan makanan.

Beberapa jenis mikotoksin dalam pangan yang telah dipelajari teridentifikasi pada pangan tertentu tergantung pada tempat tumbuh cendawan penghasilnya. Seperti contoh aflatoksin yang banyak teridentifikasi pada jagung dan kacang tanah dan ochratoksin, mikotoksin yang dihasilkan oleh *A. Ochraceus* dan *Penicillium verrucosum* banyak ditemukan pada kopi. Bahaya akibat mengonsumsi mikotoksin pun berbeda-beda tergantung jenis dari mikotoksin tersebut. Contoh bahaya yang ditimbulkan

# BAB 4

## MIKOTOKSIN DAN BAHAYA YANG DITIMBULKAN

Makanan merupakan sumber energi yang dibutuhkan oleh manusia dan hewan untuk melangsungkan kehidupannya. Makanan memiliki fungsi untuk menjaga keberlangsungan hidup dan menjaga agar makhluk hidup sehat lahir dan batin. Namun, makanan dapat menjadi sumber penyakit jika tidak memenuhi kriteria sebagai makanan baik, sehat, dan aman. Kualitas makanan yang dikonsumsi dapat berpengaruh terhadap kualitas hidup dan perilaku makhluk hidup itu sendiri. Kualitas makanan atau bahan makanan di alam ini tidak terlepas dari berbagai pengaruh seperti kondisi dan lingkungan, yang menjadikan layak atau tidaknya suatu makanan untuk dikonsumsi. Berbagai bahan pencemar dapat terkandung di dalam makanan karena penggunaan bahan baku pangan terkontaminasi, proses pengolahan, dan proses penyimpanan. Di antara kontaminan yang sering ditemukan adalah mikotoksin yang dihasilkan oleh cendawan (fungi). Selama penyimpanan bahan makanan sangat mudah ditumbuhi oleh cendawan. Iklim tropis yang dimiliki Indonesia dengan curah hujan, suhu, dan kelembaban yang tinggi sangat mendukung pertumbuhan cendawan penghasil mikotoksin.

Kontaminasi mikotoksin tidak hanya menurunkan kualitas bahan pangan/pakan dan mempengaruhi nilai ekonomis, tetapi juga membahayakan kesehatan manusia dan hewan. Berbagai penyakit dapat ditimbulkan oleh mikotoksin, seperti kanker hati yang disebabkan oleh *aflatoksin*, salah satu jenis mikotoksin yang paling banyak ditemukan di negara beriklim tropis. Karena adanya kontaminasi mikotoksin yang tidak kasat mata, terlebih lagi pada makanan olahan, maka diperlukan kewaspadaan dalam memilih

# BAB 5

## KONTAMINASI MIKOTOKSIN PADA KOMODITI PERTANIAN

Beberapa jenis cendawan dapat memproduksi lebih dari satu jenis mikotoksin dan beberapa mikotoksin diproduksi oleh lebih dari satu spesies cendawan. Paparan mikotoksin terutama terjadi melalui rantai makanan. Makanan manusia dapat terkontaminasi mikotoksin pada berbagai tahap dalam rantai makanan dan tiga genera jamur mycotoxigenic yang paling penting adalah *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp dan *Penicillium* sp. Dijelaskan bahwa kelas utama mikotoksin yang dihasilkan oleh tiga genus ini adalah aflatoksin (*Aspergillus* sp), okratoksin (*Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp), serta trikotesena dan fumonisin (*Fusarium* sp).

Cendawan merupakan bagian normal dari mikroflora pada tanaman pangan dan pakan yang disimpan, tetapi produksi mikotoksin tergantung pada jenis cendawan, praktek agronomi, komposisi komoditas dan kondisi waktu panen, serta penanganan hasil dan penyimpanannya (Bryden 2009). Beberapa faktor yang mempengaruhi kontaminasi mikotoksin dalam rantai makanan manusia dan pakan ternak oleh Bryden (2012) dirangkum sebagai berikut: (1) Faktor biologi (tanaman yang rentan, cendawan yang cocok sebagai penghasil toksin); (2) Faktor lingkungan (suhu udara, kelembaban, kerusakan mekanis, serangga/burung yang merusak, cendawan); (3) Faktor waktu panen (kondisi tanaman sudah waktunya dipanen atau belum, suhu, kelembaban); dan (4) Faktor distribusi dan penyimpanan (suhu dan kelembaban). Pakan ternak merupakan pintu rantai makanan pertama. Mikotoksin dapat memasuki rantai makanan secara langsung, yaitu melalui produk tanaman seperti biji-bijian/sereal, kopi, biji minyak, rempah-rempah, jus buah dan minuman (anggur dan bir) serta

## DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, D.; House, J.D. & Nyachoti, C.M. (2005). Reduction of deoxynivalenol in barley by treatment with aqueous sodium carbonate and heat. *Mycopathologia*, Vol. 160, pp. 297-301.
- Abrunhosa, L.; Robert R.; Paterson, M. & Venâncio, A. (2010). Biodegradation of Ochratoxin A for food and feed decontamination. *Toxins*, Vol. 2, pp. 1078-1099.
- Acar, J.; Gökmen, V. & Taydas, E. E. (1998). The effects of processing technology on the patulin content of juice during commercial apple juice concentrate production. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A*, Vol. 207, pp. 328-331.
- Alvi Yani (2009). "Detoksifikasi Biologis Berbagai Mikotoksin pada Bahan Pangan". *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung*.
- Andre, A. 2002. Ochratoxin. Diunduh tanggal 2 November 2012 dari <http://www.biosite.dk/leksikon/ochratoxin.htm>
- Baert, K.; Devlieghere, F.; Flyps, H.; Oosterlinck, M.; Ahmed, M.M.; Rajković, A.; Verlinden, B.; Nicolai, B.; Debevere, J. & De Meulenaer, B. (2007). Influence of storage conditions of apples on growth and patulin production by *Penicillium expansum*. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 119, pp. 170-181.
- Barhoumi, R. & Burghardt, R.C. (1996). Kinetic Analysis of the Chronology of Patulin- and Gossypol-Induced Cytotoxicity in Vitro. *Fundamental and Applied Toxicology*, Vol. 30, pp. 290-297.
- Bakirci, I. (2001). A study on the occurrence of aflatoxin M1 in milk and milk products produced in Van province in Turkey. *Food Control*, Vol. 12, 47-51.
- Bankole, S.A.; Adenusi, A.A.; Lawal, O.S. & Adesanya, O.O. (2010). Occurrence of aflatoxin B1 in food products derivable from 'egusi' melon seeds consumed in southwestern Nigeria. *Food*



*control*, Vol. 21, pp. 974-976.

- Barbiroli, A.; Bonomi, F.; Benedetti, S.; Mannino, S.; Monti, L.; Cattaneo, T. & Iametti, S. (2007). Binding of Aflatoxin M1 to Different Protein Fractions in Ovine and Caprine Milk. *Journal of Dairy Science*, Vol. 90, pp. 532-540.
- Battacone, G.; Nudda, A. & Pulina, G. (2010). Effects of Ochratoxin A on Livestock Production. *Toxins*, Vol. 2, pp. 1796-1824.
- Baxter, E.D.; Slaiding, I.R. & Kelly, B. (2001). Behavior of ochratoxin A in brewing. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, Vol. 59, pp. 98-100.
- Bennett, J.W. & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Review*, Vol. 16, pp. 497-516.
- Bezuidenhout, S.C.; Gelderblom, W.C.A.; Gorst-Allman, C.P.; Horak, R.M.; Marasas, W.F.O.; Spiteller, G. & Vleggaar, R. (1988). Structure elucidation of the fumonisins, mycotoxins from *Fusarium moniliforme*. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communication*, Vol. 11, pp. 743-745.
- Bianchini, A. & Bullerman, L.B. (2010). Biological control of molds and mycotoxins in foods. *In mycotoxin prevention and control in agriculture*. ACS symposium series, American Chemical Society, Washington, DC, 2010, pp 1-16.
- Birkinshaw, J.H; Michael, S.E.; Bracken, A. & Raistrick, H. (1943). Patulin in the common cold collaborative research on a derivative of *Penicillium patulum* Bainier. II. Biochemistry and Chemistry. *Lancet*, Vol. 245, pp. 625.
- Blandino, M. & Reyneri, A. (2008). Effect of Maize Hybrid Maturity and Grain Hardness on fumonisin and zearalenone contamination. *Italian Journal of Agronomy*, Vol.2, pp.107-117.
- Blount, W.P. (1960). Disease of turkey poults. *Veterinary Record*, Vol. 72, pp. 786.
- Bottalico, A. & Perrone, G. (2002). Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. *European Journal Plant*

*Pathology*, Vol. 108, pp. 611–624.

- Boudra, H.; Le Bars, P. & Le Bars, J. (1995). Thermostability of ochratoxin A in wheat under two moisture conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 61, pp.1156–1158.
- Bozoglu F. (2009) Different mycotoxin inactivation application and their inactivation mechanisms. *Proceeding for Natural Science Matica Srpska Novi Sad*, Vol. 117,pp. 27-35.
- Brackett R.E. & Marth, E.H. (1982). Association of aflatoxin M1 with casein. *Zeitschriftfur Lebensmitteluntersuchung und – Forschung A*. Vol. 174, pp. 439-441.
- Bryden, W.L. (2007). Mycotoxins in the food chain: human health implications. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 16, pp. 95-101.
- Bullerman, L.B. & Bianchini, A. (2007). Stability of mycotoxins during food processing. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 119, pp. 140–146.
- Cabañes, F.J.; Accensi, F.; Bragulat, M.R.; Abarca, M.L.; Castella, G.; Minguez, S. & Pons, A.(2002). What is the source of Ochratoxin A in wine? *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 79, pp. 213–215.
- Betina,V. 1989. Mycotoxins Chemical, Biological and Environmental Aspect. Amsterdam: Elsevier.
- Bucheli. P., I. Meyer, A. Pittet, G. Vuataz, and R. Viani. 1998. Industrial Storage of Green Robusta Coffee under Tropical Condition and Its Impact on Raw Material Quality and Ochratoxin A Content. *J Agric Food Chem* (46):4507 – 4511
- Bailly J.D., Querin A.; Le Bars-Bailly S., Benard G., Guerre P. (Agustus 2002). "Citrinin Production and Stability in Cheese". *Journal of Food Protection* **65**(8): 1317-1321(5)
- Ciegler, A. (1972). Bioproduction of ochratoxin A and penicill acid by members of the *Aspergillusochraceus* group. *Canadian Journal of Microbiology*, Vol. 18, pp. 631–636.

- CIEGLER (Mai 1978). "Trichothecenes: Occurrence and Toxicoses". *Journal of Food Protection* 41 (5): 399-403. European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General (2000). *PART 31: Fumonisin B1 (FB1)*.
- Cabañes, F.J.; Bragulat, M.R. & Castellá, G. (2010). Ochratoxin A Producing Species in the Genus *Penicillium*. *Toxins*, Vol. 2, pp. 1111-1120;
- Cark, H.A. & Snedeker, S.M. (2006). Ochratoxin A: its cancer risk and potential for exposure, *Journal of Toxicology and Environmental Health B*, Vol. 9, pp. 265- 296.
- Carnaghan, R.B.; Hartley, R.D. & O'Kelly, J. (1963). Toxicity and Fluorescence Properties of the Aflatoxins. *Nature*, Vol. 200, pp. 1101.
- CAST (Council for Agricultural Science and Technology). *Mycotoxins: Economic and Health Risks*. Ames, Iowa, USA. Vol. IA, pp. 116, 1989.
- CAST(2003). *Mycotoxins: Risks in Plant, Animal and Human Systems*. Task Force Report N°139, Ames, Iowa, USA.
- Castelo, M.M.; Sumner, S.S. & Bullerman, L.B. (1998). Stability of fumonisins in thermally processed corn products. *Journal of Food Protection*, Vol. 161, pp. 1030-1033.
- Chen, L.; Ingham, B. H. & Ingham, S. C. (2004). Survival of *Penicillium expansum* and patulin production on stored apples after wash treatments. *Journal of Food Science*, Vol. 69, No. 8, pp. 669-675.
- Jack D. Thrasher. *Ochratoxin and Ochratoxicosis*. CA/RCP (2003). [[www.codexalimentarius.net/download/standards/405/CXC\\_050e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/405/CXC_050e.pdf) Code Of Practice For The Prevention And Reduction Of Patulin Contamination In Apple Juice And Apple Juice Ingredients In Other Beverages].
- J. W. Bennett, M. Klich (Juli 2003). "Mycotoxins". *Clinical Microbiology Reviews* 16 (3): 497-516. doi:10.1128/CMR.16.3.497-516.2003.

- Gwiazdowska D, Pawlak-Lemanska K (September 2009). "Removal of zearalenone by propionibacteria in the simulated human gastrointestinal tract". *ISM Conference2009*: 119.
- Hamed K. Abbas (2005). *Aflatoxin and food safety*. CRC Press. ISBN 978-0-8247-2303-3. "Production and Analysis of Citrinin in Corn". *Applied and Environmental Microbiology* 36 (3): 408-411. 1 September 1978.
- Kent Kainulainen (2003). "Ergotism and ergot alkaloids - a review". *Essay in Pharmacognosy - Uppsala University*.
- M. Ellin Doyle, Food Research Institute, Carol E. Steinhart, Barbara A. Cochrane(1993). *Food safety 1993*. CRC Press. ISBN 978-0-8247-9156-8.
- Makfoeld, D. 2002. Kamus Istilah Pangan dan Nutrisi. Kanisius. Yogyakarta.
- Mantle, P.G. and M.C. Anna. 2000. Ochratoxin Formation in *Aspergillus ochraceus* with Particular Reference to Spoilage of Coffee. *Int'. Journ of Food Microbiol* (56). 105 - 109.
- Mitchell, D., R. Parra, D. Aldred and N. Magan. 2004. Water and temperature relations of growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* strains from grapes in Europe and Israel. *J Appl Microbiol* 97 (2):439 - 445
- Ominski, K.H., R.R. Marquardt, R.N. Sinha and D. Abramson. 1994. Ecological aspects of growth and mycotoxin production by storage fungi. Di dalam : Miller JD, Trenholm HL. editor. *Mycotoxins In Grain: Compounds Other than Aflatoxin*. Minnesota: Eagan Pr. hlm 287 - 312.
- Paster N, Lisker N, Chet I. 1983. Ochratoxin A production by *Aspergillus ochraceus* Wilhelm, grown under controlled atmospheres. *Appl Environ Microbiol* (45):1136 - 1139.
- P.J. BLANC, M.O. LORET, G. GOMA (Maret 1995). "Production of Citrinin by Various species of *Monascus*". *Biotechnology Letters* 17 (3): 291-294

- Pitt JI. 2000. Toxigenic fungi and mycotoxins. *British Medical Bulletin*, 56:184-192.
- Radic, B., R. Fuchs, M. Peraica, A. Lucic.1997. Ochratoxin A in human sera in the area with endemic nephropathy in Crotoa.. *Food Sci and Technol* 91 (2):105 - 109.
- Selma Yazar, Gülden Z. Omurtag (2008). "Fumonisin, Trichothecenes and Zearalenone in Cereals". *Int. J. Mol. Sci.*: 2062-2090.
- Widiastuti, R. 2006. Mikotoksin : Pengaruh Terhadap Kesehatan Ternak dan Residunya dalam Produk Ternak Serta Pengendaliannya. *Wartazoa* 16 (3): 116
- Yani, A. 2007. Cendawan Penghasil Okratoksin pada Kopi dan cara Pencegahannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 3 : 10-11

## TENTANG PENULIS



**Ni Nyoman Puspawati** dilahirkan di Singaraja 10 Mei 1979, memulai pekerjaan sebagai staf pengajar pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana pada tanggal 1 Desember 2003 sampai sekarang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada tahun 2002 bidang Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Udayana, Magister bidang Ilmu Pangan (S2) di IPB Bogor dan S3 bidang Ilmu Pertanian tahun 2022 pada program Doktor pada Fakultas Pertanian Universitas Udayana..Penulis mengampu mata kuliah Mikrobiologi Pangan, Toksikologi Pangan, Sanitasi dan Keamanan Pangan, Teknologi Fermentasi, Teknologi Kakao dan Teknologi Serealida pada pendidikan Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Penulis pernah menduduki jabatan sebagai sekretaris Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan (2009-1013). Pengalaman Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat pernah diperoleh yang didanai Direktorat Pendidikan Tinggi (Kemenristek Dikti) mulai tahun 2010 sampai sekarang diantaranya IPTEKS bagi Masyarakat (IbM 2010), Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT 2015-2016) dan penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (2014-2016). Disamping juga Hibah penelitian yang didanai Univeritas Udayana Penelitian Unggulan Program Studi (PUPS 2012-2014) dan Penelitian Unggulan Universitas Udayana (2014-2015 dan 2023). Tahun 2023 penulis ditugaskan sebagai tenaga pengajar pada pelatihan Good Manufacturing Practice di Malaka dan Atambua Nusa Tenggara Timur (NTT). Penulis juga pernah mengikuti workshop/seminar/konferensi baik tingkat Nasional maupun Internasional



**Agus Selamat Duniaji** dilahirkan di kota Singaraja 16 Agustus 1957, memulai pekerjaan sebagai staf pengajar pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana pada tanggal 1 Maret 1985 sampai sekarang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada tahun 1982 bidang Teknik Pertanian dan Magister Bioteknologi Pertanian (S2) pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas

Udayana. Penulis mengampu mata kuliah Bioteknologi Pangan, Toksikologi Pangan, Mikrobiologi Pangan, Teknologi Fermentasi, Teknologi Minyak/Lemak, Teknologi Kopi dan Teknologi Senyawa Hayati pada pendidikan Sarjana dan Magister Bioteknologi Pertanian Universitas Udayana. Penulis pernah memegang beberapa jabatan diantaranya Kepala Laboratorium Mikrobiologi Pangan (2013-2021), Kepala Laboratorium Pelayanan Terpadu Fakultas Teknologi Pertanian (1995-1999 dan tahun 2013-2017). Penulis juga pernah menduduki jabatan sebagai wakil Dekan bidang Kemahasiswaan tahun 2005-2009 dan 2009-2013, serta sebagai sekretaris Himpunan Kerukunan Tani Indonesia (HKTI) Provinsi Bali (2017-2021). Pengalaman Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat pernah diperoleh yang didanai Direktorat Pendidikan Tinggi (Kemenristek Dikti) mulai tahun 2003 sampai sekarang diantaranya Hibah Penelitian Technological Professional Skill and Development Project (TPSDP 2004-2006), Hibah Bersaing Dikti (2007-2010), IPTEKS bagi Wilayah (IbW 2010-2012) < Hibah penelitian BOPTN (2014-2016), Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT 2018-2021) dan penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (2017-2019). Disamping juga Hibah penelitian yang didanai Universitas Udayana dan dari Pemda Badung dan Provinsi Bali (Potensi dan Pemanfaatan Umbi-Umbian di Bali, Kontaminasi logam pada Sayuran dan Buah di kabupaten Badung). Tahun 2003 penulis mengikuti short-Visit Post Harvest and Quality Control of Peanut and Peanut Product di Kasersart University Bangkok Thailand kerjasama dengan USAID

dan Tahun 2006 mengikuti overseas Internships bidang Mikotoksin di Hokkaido University Jepang. Penulis juga pernah mengikuti workshop/seminar/konferensi baik tingkat Nasional maupun Internasional diantaranya Pelatihan Dasar dan Lanjut Inspektur Keamanan Pangan di Bali (2010), Identifikasi Kopi dan Pengklasteran Industri Kopi di Bali (2014), Training of Trainer (TOT) Identifikasi moleculer jamur penghasil mikotoksin (2019) di Biotrop Bogor dan sebagai tenaga ahli penyusunan Roadmap Agroindustri Unggulan Daerah Provinsi Bali (2014-2017). Asean University Consorsium on Food and Agro-Based Engineering and Technology Education Meeting di Bangkok Thailand (2013)





REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202394840, 16 Oktober 2023

**Pencipta**  
Nama : **Dr. Ni Nyoman Puspawati, S.TP., M.Si dan Ir. Agus Selamat Duniaji, M.Si**  
Alamat : Jalan Tk Pakerisan IA/27 Denpasar Bali, Denpasar Selatan, Denpasar, Bali, 80225  
Kewarganegaraan : Indonesia

**Pemegang Hak Cipta**  
Nama : **Dr. Ni Nyoman Puspawati, S.TP., M.Si dan Ir. Agus Selamat Duniaji, M.Si**  
Alamat : Jalan Tk Pakerisan IA/27 Denpasar Bali, Denpasar Selatan, Denpasar, Bali, 80225  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Jenis Ciptaan : **Buku**  
Judul Ciptaan : **Mikotoksin: Bahaya Dan Pencegahannya**  
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 18 September 2023, di Purbalingga  
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000527795

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dasananto  
NIP. 196412081991031002

**Disclaimer:**

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.