

EFEKTIVITAS METODE PENGERINGAN UNTUK MENEKAN AFLATOKSIN PADA BIJI PALA KERING

Effectiveness of Drying Methods to Minimize Aflatoxin of Dried Nutmeg

BAGEM BR. SEMBIRING, SUPRIADI, DAN EDININGSIH

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

Email: anna.sembiring@yahoo.co.id

Diterima: 01-04-2019 ; Direvisi: 26-11-2019 ; Disetujui: 04-03-2020

ABSTRAK

Ekspor biji pala Indonesia terkendala akibat kandungan aflatoksin yang melebihi batas minimal. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas tiga tipe pengering biji pala untuk menekan cemaran aflatoksin. Tiga tipe pengering yang diuji adalah (a) rak pengering tipe rumah dengan sumber panas energi matahari yang dikombinasikan dengan api kompor minyak tanah, (b) para-para penjemuran 1 m di atas tanah dengan atau tanpa penutup kain hitam, dan (c) lantai penjemuran 5 cm di atas tanah dengan atau tanpa penutup kain hitam. Batok biji pala dikeringkan di dalam rak-rak penjemuran sampai kering (berbunyi kalau digoyang dengan tangan), kemudian dikupas dan diambil bijinya, lalu dikeringkan kembali pada tipe alat pengering yang sama. Parameter pengamatan meliputi suhu, kelembaban udara, lama pengeringan, kadar air, kadar minyak, oleoresin, miristicin, dan kandungan aflatoksin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama pengeringan dengan rak pengering tipe rumah adalah 51,5 jam, lebih lama dibandingkan dengan para-para dan lantai penjemuran (30 jam). Suhu selama pengeringan pada rumah pengering adalah 35,60-37,31°C, lebih rendah dibandingkan dua tipe pengering lainnya. Namun, kelembaban udaranya paling tinggi (40,71-49,33%). Kadar air biji pala batok dan pala kupas hasil pengeringan dari semua tipe pengering semuanya memenuhi syarat (< 10%). Cemaran aflatoksin total dalam biji pala batok dan biji pala kupas adalah < 3,28 µg/kg, sedangkan aflatoksin B1 < 1,06 µg/kg sehingga memenuhi standar SNI. Ketiga tipe pengering dapat direkomendasikan untuk diuji pada skala lapang.

Kata kunci : Mutu biji, *Myristica fragrans*, pala, teknologi pengeringan.

ABSTRACT

Indonesian nutmeg export is constrained due to aflatoxin content that exceeds the minimum limit. This study was aimed at examining the effectiveness of three drying types of nutmeg to diminish aflatoxin contamination. The three drying types tested were (a) the rack type house with a source of solar energy heat combined with a kerosene stove fire, (b) the drying bases one meter above the ground with or without a black cloth cover, and (c) the floor drying 5 cm above the ground with or without black cloth cover. Unpeeled nutmegs were dried in the drying racks until they dried (sound when shaken by hand). After that they were peeled and redried in the same type of dryer. Observation parameters included temperature, humidity, drying time, moisture content, oil content, oleoresin, myristicin, and aflatoxin content. The results showed that the drying time in the house-type drying rack was 51.5 hours, longer than the para-para and drying floor (30 hours). The temperature during drying in the drying house was 35.6-37.31°C lower than the other two types of dryers.

However, its humidity was the highest (40.71-49.33%). The moisture content of shelled nutmegs and peeled nutmegs from all drying types fulfill the requirements (< 10%). The total aflatoxin contamination in shelled nutmegs and peeled nutmegs was < 3.28 µg/kg, while B1 aflatoxin was < 1.06 µg/kg, so that they fulfilled SNI standard. All three drying types can be recommended to be tested further in field scale.

Keywords: Nutmeg, *Myristica fragrans*, drying technology, seed quality.

PENDAHULUAN

Cemaran aflatoksin pada biji pala (*Myristica fragrans*) telah menjadi salah satu kendala ekspor ke Eropa. Aflatoksin menyebabkan terjadinya penurunan imunitas dan terganggunya metabolisme protein dan berbagai mikronutrien yang penting bagi kesehatan (Yenny 2006). Hasil penelitian Dharmaputra *et al.* (2015) di Sulawesi Utara menunjukkan bahwa cemaran aflatoksin pada biji pala di tingkat petani mencapai 141 µg/kg dan eksportir 50 µg/kg. Jumlah cemaran aflatoksin tersebut telah melebihi batas maksimal untuk diperdagangkan di pasar Eropa, yaitu 10 µg/kg (CIR 2016). Oleh karena itu, beberapa kali ekspor pala dari Indonesia ditolak masuk ke pasar Eropa (Supriadi 2017). Aflatoksin pada biji pala dapat dihasilkan oleh jamur, terutama *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*; sedangkan jenis aflatoksinya pada komoditas biji-bijian ada 4 macam, yaitu aflatoksin B1, B2, G1, dan G2 (Pietri dan Piva 2012).

Faktor lingkungan yang dapat memicu produksi aflatoksin adalah adanya peningkatan kadar CO₂ dari 650 ke 1000 ppm, penurunan kadar air (aw) dari 95 ke 92%, dan peningkatan suhu dari 34 ke 37°C (Medina *et al.* 2014). Kombinasi ketiga faktor abiotik tersebut dapat meningkatkan aflatoksin dari 22-1680 kali lebih tinggi. Kadar air biji pala yang masih cukup tinggi (>10%) dan tercampurnya biji pala yang rusak (70-

76%) akibat dari proses pengeringan yang tidak maksimal merupakan kondisi umum mutu biji pala, karena hampir 90% perkebunan pala dikelola oleh petani dan penanganan pascapanennya belum mengikuti anjuran (Ditjenbun 2012). Oleh karena itu, kemungkinan terkontaminasi oleh jamur sangat besar karena tanah adalah salah satu tempat tumbuh *Aspergillus* spp.

Cara pengeringan yang paling praktis dan murah adalah penjemuran di bawah sinar matahari. Namun, pengeringan biji pala langsung terkena sinar matahari tidak dianjurkan karena suhunya dapat mencapai lebih dari 45°C sehingga akan merusak mutu pala, terutama kandungan kimia bahan (Anggrahini *et al.* 2007). Selain itu penjemuran dengan cara ini memiliki banyak kerugian diantaranya tergantung pada cuaca sehingga pengeringan memerlukan waktu yang cukup lama dan kurang dijamin kebersihannya (Panggabean *et al.* 2017). Biji pala batok yang sudah tua dan baru dipanen mengandung kadar air sekitar 42,7%, sedangkan biji pala kupas hasil pengeringan biji pala batok mengandung kadar air sekitar 15% sehingga masih perlu dilakukan penjemuran (Sembiring *et al.* 2019). Pemilihan metode atau cara pengeringan yang tepat akan menghasilkan simplisia dengan kualitas yang baik, terutama dalam segi bahan aktif, warna, kontaminasi mikroba, dan kandungan metabolit sekunder seperti minyak atsiri, fenol, flavonoid, dan klorofil yang tinggi (Hernani *et al.* 2009).

Hasil penelitian sebelumnya telah diperoleh dua metode pengeringan biji pala, yaitu tipe rak pengering tipe rumah energi surya yang dilengkapi sebuah blower dan tipe kotak dilengkapi dengan pemanas listrik (*heater*). Kedua tipe pengeringan biji pala tersebut dapat menghasilkan mutu biji pala kupas yang memenuhi standar ekspor, dengan kadar air < 10%, total aflatoksin < 3,29 µg/kg, dan aflatoksin jenis B1 < 1,07 µg/kg (Sembiring *et al.* 2018). Jumlah biji pala yang dikeringkan dengan kedua tipe pengering tersebut masih dalam jumlah kecil sehingga perlu diuji pada skala lapang/petani. Supaya alat pengering dapat digunakan oleh petani yang serba terbatas sumber energi listriknya, maka model pengering energi surya tipe rumah dimodifikasi dengan memasukkan unsur panas berasal dari kompor minyak tanah. Minyak tanah di wilayah Indonesia Timur masih tersedia sehingga penggunaan kompor berenergi minyak tanah masih dapat dilakukan oleh petani.

Penelitian bertujuan untuk menguji keefektifan tiga metode pengering biji pala, yaitu (1) tipe rumah pengering berenergi panas matahari yang dikombinasikan dengan api kompor minyak tanah, (2)

para-para penjemuran pada ketinggian 1 m di atas permukaan tanah, dan (3) lantai penjemuran terbuat dari kawat berpori pada ketinggian 5 cm di atas permukaan tanah. Diharapkan dengan adanya penelitian ini akan dihasilkan metode pengeringan biji pala yang efektif mengurangi cemaran aflatoksin dan dapat digunakan oleh petani.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) dan Laboratorium Uji Balittro pada bulan Januari sampai Desember tahun 2018. Biji pala yang digunakan adalah pala banda (*Myristica fragrans*) yang sudah tua. Ciri biji pala yang sudah tua adalah batoknya berwarna coklat kehitaman sampai hitam mengkilat. Biji pala tua dibeli dari petani pala di daerah Ciapus dan Sadeng (Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor, Jawa Barat), kemudian dicampur. Biji pala ditimbang dan diukur kadar airnya sebelum dimasukkan ke dalam rak pada setiap tipe alat pengering.

Jenis tipe pengering

Tiga tipe pengering yang diuji adalah (1) rak pengering tipe rumah yang menggunakan sumber panas dari sinar matahari dikombinasi dengan api kompor minyak tanah, (2) para-para penjemuran pada ketinggian tinggi 1 m di atas permukaan tanah dan ditempatkan di bawah sinar matahari, dan (3) lantai penjemuran terbuat dari kawat berpori diletakkan di bawah sinar matahari pada ketinggian 5 cm di atas permukaan tanah. Pada setiap tipe pengering diletakkan alat pencatat suhu dan kelembapan (*hygrometer*).

Persiapan alat pengering

Alat pengering pertama, yaitu **Rak Pengering Tipe Rumah** yang memiliki enam rak pengering. Rumah pengering ini dilengkapi dengan sebuah blower yang dipasang di atas rak paling atas. Pada setiap rak dipasang satu buah *hygrometer* untuk memonitor kelembapan udara. Di bawah rak pengering terbawah diletakkan sebuah kompor minyak tanah yang dinyalakan sebagai sumber panas pada sore hari sampai jam 08.00 pagi (± 15 jam).

Alat pengering kedua adalah **Para-para Penjemuran** yang dibuat dari bahan besi di cat warna hitam, tinggi 1 m di atas permukaan lantai yang disemen dan diletakkan di tempat terbuka di bawah sinar matahari. Di atas para-para diletakkan dua buah rak yang terbuat dari kayu bentuk bujur sangkar ukuran

1x1 m dan alas terbuat dari kawat berpori dan disusun secara vertikal.

Alat pengering ketiga adalah **Lantai Penjemuran** bentuk bujur sangkar berukuran 1x1 m terbuat dari kawat berpori diletakkan pada ketinggian 5 cm di atas permukaan tanah.

Pengeringan biji pala batok

(a) Rak pengering tipe rumah berenergi surya

Tipe alat pengering diletakkan di tempat terbuka supaya terkena sinar matahari. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap dengan 6 kali ulangan. Rak-rak pengering yang terdiri atas enam rak diisi dengan biji pala sebanyak 9,5 kg/rak (Gambar 1a). Pada setiap rak diletakkan sebuah *hygrometer* untuk mengukur suhu dan kelembapan udara yang dicatat dengan interval setiap 1 jam selama pengeringan berlangsung. Proses pengeringan dengan sinar matahari berlangsung dari jam 08.00-17.00 dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan kompor minyak tanah jam 17.00 sampai jam 08.00. Pengeringan dilakukan secara terus-menerus sampai diperoleh biji pala batok yang kering. Biji pala batok yang sudah kering akan berbunyi apabila digoyang-goyang; artinya biji pala sudah lepas dari cangkangnya. Jumlah rak yang terdapat di dalam pengering dihitung sebagai ulangan (6 rak).

(b) Pengeringan pada para-para penjemuran 1 meter di atas permukaan tanah

Biji pala dimasukkan ke rak (7,5 kg/rak) dan diletakkan di atas para-para, kemudian ditutup dengan kain hitam dan dijemur di bawah sinar matahari (metode pengeringan tertutup) atau tanpa ditutup

dengan kain hitam (metode pengeringan terbuka) (Gambar 1b). Di atas biji pala diletakkan sebuah *hygrometer* untuk memonitor suhu dan kelembapan selama proses penjemuran. Pengeringan dilakukan mulai pagi hingga sore apabila cuaca cerah (± 8 jam). Proses pengeringan dihentikan setelah diperoleh biji pala yang berbunyi, seperti diuraikan sebelumnya. Ulangan dilakukan sebanyak tiga kali.

(c) Pengeringan pada rak 5 cm di atas permukaan tanah

Biji pala dimasukkan ke dalam rak pengering (7,5 kg/rak) ditutup dengan kain hitam dan dijemur di bawah sinar matahari (metode pengeringan tertutup) atau tanpa ditutup dengan kain hitam (metode pengeringan terbuka) (Gambar 1c). Di atas hamparan biji pala diletakkan sebuah *hygrometer*. Proses pengeringan dilakukan sampai diperoleh biji pala yang benar-benar kering yang dicirikan dengan berbunyi kalau biji digoyang. Ulangan dilakukan sebanyak tiga kali.

Pengeringan biji pala kupas

Biji pala batok yang sudah kering dipecahkan tempurungnya dengan menggunakan palu atau sejenis alat pemukul kemudian dipisahkan biji pala kupas dengan tempurung. Biji pala kupas disortir untuk memisahkan biji pala pecah dengan yang utuh, kemudian ditimbang dan dikeringkan dengan teknologi pengering yang sama seperti biji pala batok. Proses pengeringan dilakukan sampai diperoleh biji pala kupas yang teksturnya keras, yaitu apabila dilempar ke lantai akan berbunyi nyaring.



Gambar 1. Tiga tipe alat pengering biji pala. (A): Pengering tipe rumah dengan sumber panas dari sinar matahari dikombinasikan dengan api kompor minyak tanah, (B): para-para penjemuran pada ketinggian 1 m di atas permukaan tanah; (C): lantai penjemuran terbuat dari kawat berpori 5 cm di atas permukaan tanah.

Figure 1. The three types of dryers nutmeg seeds. (A). Drying rack type house with solar energy combined with a kerosene stove fire (B), Para-para drying racks 1 m above ground (C), drying floor racks 5 cm above the ground.

Pengukuran mutu biji pala batok dan pala kupas

Parameter yang diamati pada setiap perlakuan pengeringan pala batok dan pala kupas adalah suhu dan kelembapan udara selama proses pengeringan (diamati setiap jam), rendemen berat kering, kadar air, aflatoxin, kadar minyak, oleoresin, dan kadar miristisin.

Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan metode destilasi dengan toluen (Park 2010). Biji pala dipotong kecil-kecil, ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu sambil ditambahkan pelarut toluen sampai bahan terendam. Selanjutnya dipanaskan di atas *hotplate* selama 2-4 jam. Waktu penghitungan dimulai saat penetesan/titrasi pertama. Cara menghitung kadar air adalah jumlah air yang diperoleh dibagi jumlah bahan yang diuji. Kadar aflatoxin dianalisis di Laboratorium Balai Pengujian Mutu Barang, Direktorat Standardisasi dan Pengendalian Mutu, Direktorat Jenderal Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga, Jakarta, menggunakan metode HPLC AOAC Official Methode 991.31.2012 (Weaver dan Trucksess 2010). Data yang diperoleh diuji Duncan dengan menggunakan metode SPSS 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan

Suhu dan kelembapan tipe pengering pada saat aplikasi dapat mempengaruhi kecepatan proses pengeringan biji pala batok dan biji pala kupas. Apabila suhu udara tinggi, maka kelembapan semakin rendah dan proses pengeringan semakin cepat. Panas diperlukan untuk menguapkan kelembapan yang mengalir dari permukaan produk ke media pengeringan eksternal, biasanya berupa udara. Selama proses pengeringan, tidak hanya perpindahan panas yang terjadi tetapi juga adanya penambahan uap air ke udara. Penambahan uap air dari bahan ke udara ini disebabkan oleh perbedaan tekanan uap, yaitu proses pengeringan terjadi dengan cara penguapan air.

a. Rak tipe rumah

Rak pengering tipe rumah digunakan untuk mengeringkan biji pala batok dan biji pala kupas. Pengering tipe rumah terbuat dari bahan transparan (fiber) yang berfungsi sebagai bahan penyekat sehingga energi panas yang masuk dapat meningkatkan suhu di dalam bangunan ruang pengering. Alat pengering tipe rumah juga dilengkapi dengan sebuah blower yang berada di puncak alat. Suhu pada siang hari di dalam

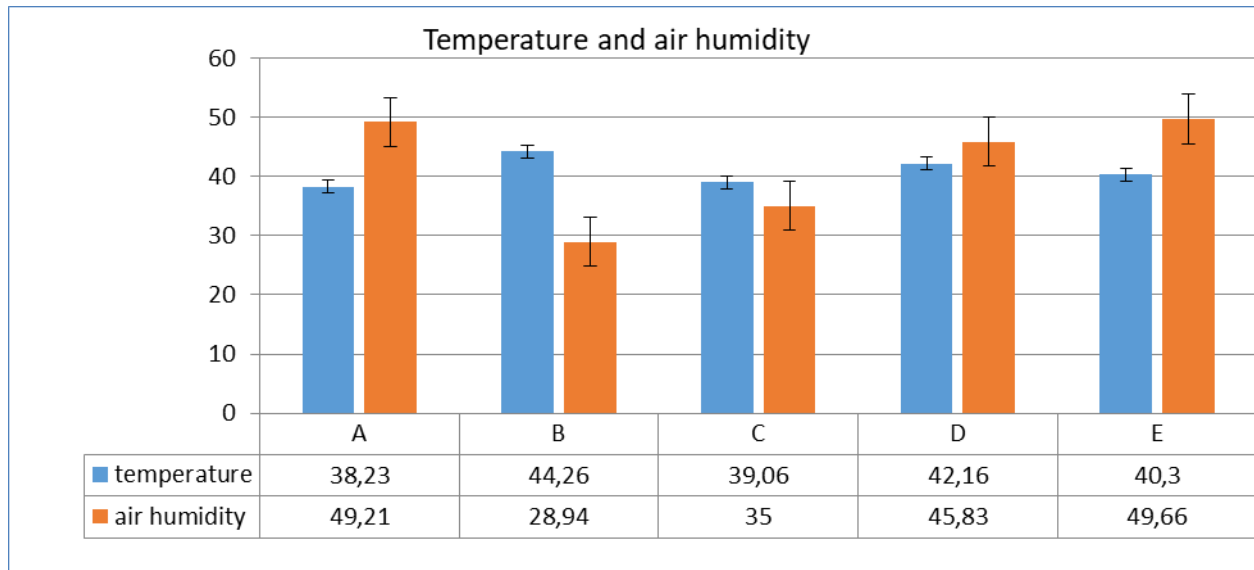
rak pengering tipe rumah dalam kondisi belum diisi biji pala (rak kosong) rata-rata mencapai 33,20-36,30°C dan kelembapan udaranya 32,5-45,5%. Pada malam hari, suhu dan kelembapan alat pengering yang sumber panasnya berasal dari api kompor minyak tanah rata-rata 42,1-46,3°C dan 37-38%. Pengeringan biji pala batok dengan alat pengering tipe rumah memerlukan waktu 51,5 jam untuk memperoleh biji pala kering yang ditandai dengan berbunyi kalau digoyang. Suhu dan kelembapan rata-rata rak pengering selama proses pengeringan adalah 38,23°C dan 49,21% dan suhu di luar alat pengering (lingkungan) lebih rendah, yaitu 31,64°C, tetapi kelembapan lingkungannya lebih tinggi, yaitu 51,65%. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pantulan dalam bentuk gelombang panjang terperangkap dalam ruangan pengering yang tidak dapat menembus dinding transparan, sehingga terjadi peningkatan suhu di dalam ruang pengering (Rustam 2010) dalam (Martiani *et al.* 2017). Kisaran suhu pemanasan di dalam alat pengering tipe rumah cukup aman karena masih di bawah 45°C. Menurut Lemos *et al.* (2011), untuk bahan yang mengandung minyak atsiri, suhu pengeringan yang terbaik adalah 35-45°C.

b. Tipe para-para 1 m di atas permukaan tanah

Lama pengeringan biji pala batok yang dijemur di bawah sinar matahari di atas para-para dengan ketinggian 1 m dari permukaan tanah membutuhkan waktu penjemuran sekitar 30 jam sampai diperoleh biji pala batok kering. Hal ini tidak terlepas dari kondisi suhu dan kelembapan yang sangat mendukung pada saat proses pengeringan dan kadar air biji pala pada awal pengeringan. Suhu dan kelembapan rata-rata di atas para-para penjemuran yang dilengkapi dengan penutup kain hitam adalah 41,48°C dan 28,66%, sedangkan tanpa penutup kain hitam (kondisi terbuka) adalah 40,98°C dan 28,36%. Kondisi suhu dan kelembapan rata-rata di sekitar penjemuran juga sangat cerah, yaitu suhu 41,08°C dan kelembapan 28,43%.

c. Tipe rak penjemuran 5 cm di atas permukaan tanah

Proses pengeringan biji pala dengan alat pengering tipe ini berlangsung sekitar 30 jam, sama dengan tipe para-para pada ketinggian 1 m di permukaan tanah. Hal ini terjadi karena kondisi suhu dan kelembapan rata-rata di sekitar penjemuran juga cukup cerah, yaitu 41,08°C dan 28,43%. Perlakuan penutupan kain hitam sedikit meningkatkan suhu dan kelembapan udara (50,55°C dan 19,96%) bila dibandingkan dengan kondisi terbuka, tanpa penutup (41,36°C dan 31,7%).



Gambar 2. Kondisi suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembapan udara (%) selama proses pengeringan biji pala dan biji pala kupas. Pengering tipe rumah (A), Para-para penjemuran 1 m di atas tanah dengan kain penutup (B) dan tanpa kain penutup (C), Para-para penjemuran 5 cm di atas tanah dengan penutup kain hitam (D) dan tanpa penutup kain (E).

Figure 2. Condition temperature and air humidity (%) during the drying process nutmeg and peeled nutmeg. Drying rack type house (A), Racks para drying 1 m above ground with black cloth cover (B) and without black cloth cover (C), Racks para drying floor racks 5 cm above the ground with covering black cloth (D) and without covering black cloth (E).

Kualitas mutu biji pala

1. Rendemen

Berdasarkan analisis statistik diketahui bahwa rendemen biji pala kering tertinggi sebesar 70,31% diperoleh dari hasil pengeringan menggunakan rak penjemuran ditutup dengan kain hitam pada ketinggian 5 cm dari permukaan tanah, sedangkan untuk biji pala kupas rendemen tertinggi yaitu sebesar 83,70% hasil pengeringan menggunakan rak tipe rumah (Tabel 1). Rendemen biji pala dan biji pala kupas hasil pengeringan dengan rak pengering tipe para-para pada ketinggian 1 m di atas permukaan tanah dengan dan tanpa penutup kain hitam tidak berbeda nyata. Rendemen rata-rata berkisar antara 65,19-68,57% seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Rendemen biji pala kering hasil pengeringan antara rak pengering tipe rumah dengan tipe para-para ketinggian 1 m di atas permukaan tanah ditutup kain hitam tidak berbeda nyata. Persentase rendemennya berkisar antara 63,14-66,21% yang terdapat pada Tabel 1.

2. Kadar air

Kadar air semakin rendah maka kualitas dari biji pala semakin baik dan diharapkan semakin susah

ditumbuhi oleh jamur *Aspergillus* spp. Kadar air awal biji pala batok yang baru dikeluarkan dari buahnya masih cukup tinggi yaitu 41,72%. Hal ini juga dilaporkan Rismunandar (1990) yang mengatakan bahwa kadar air biji pala batok yang sudah tua adalah sekitar 41%. Analisis statistik menunjukkan bahwa kadar air biji pala batok yang dikeringkan dengan lantai penjemuran 5 cm tanpa tutup kain hitam memiliki kadar air paling rendah (6,55%) (Tabel 1). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar air biji pala kering hasil pengeringan dengan rak pengering tipe rumah dengan tipe para-para 1 m di atas permukaan tanah dan juga 5 cm yang sama-sama ditutup dengan kain hitam tidak berbeda nyata. Kadar air biji pala kering yang dihasilkan berkisar antara 9,18-9,83%, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Demikian juga dengan kadar air biji pala kupas tidak berbeda nyata antara rak pengering tipe rumah dengan para-para 1 m dan 5 cm yang dijemur secara terbuka di bawah sinar matahari (Tabel 1). Semua jenis pengering yang diuji melalui pengeringan biji pala dapat menghasilkan biji pala batok maupun biji pala kupas kering yang kadar airnya memenuhi persyaratan mutu sesuai SNI yaitu di bawah 10%.

Tabel 1. Pengaruh tipe pengeringan terhadap mutu biji pala batok dan biji pala kupas

Table 1. Effect of drying type on the quality of nutmeg and peeled nutmeg

Tipe alat pengering / type of dryer	Jenis biji pala/ types of nutmeg	Rendemen/yield	Kadar air/ water content	Kadar minyak/oil content	Kadar miristisin/ myristicin content
Pengering tipe rumah/drying rack type house	biji pala/nutmeg	63,14 de	9,18 a	5,22 b	16,97 bc
	biji pala kupas/ peeled nutmeg	83,70 a	7,33 cd	2,84 e	32,73 a
Para-para penjemuran 1 m di atas tanah dengan kain penutup /racks para drying 1 m above ground with black cloth cover	biji pala/nutmeg	66,21 cd	9,83 a	7,27 a	14,29 cd
	biji pala kupas/ peeled nutmeg	65,19 cd	8,75 ab	6,67 a	10,00 e
Para-para penjemuran 1 m di atas tanah tanpa tutup kain hitam/racks para drying 1 m above ground without black cloth cover	biji pala/nutmeg	68,57 bc	6,72 cd	4,00 cd	13,74 d
	biji pala kupas/ peeled nutmeg	67,80 bc	6,65 cd	3,45 de	12,92 d
Para-para penjemuran 5 cm di atas tanah dengan penutup kain hitam/ racks para drying floor racks 5 cm above the ground with covering black cloth	biji pala/nutmeg	70,31 b	9,68 a	6,62 a	15,47 bcd
	biji pala kupas/ peeled nutmeg	70,31 b	7,77 bc	6,75 a	14,71 cd
Para-para penjemuran 5 cm di atas tanah tanpa tutup kain hitam/racks para drying floor racks 5 cm above the ground without covering black cloth	biji pala/nutmeg	60,00 e	6,55 d	4,62 bc	17,79 b
	biji pala kupas/ peeled nutmeg	64,00 d	6,65 cd	4,44 c	13,31 d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf α 0,05Note: Numbers followed by the same letter show no significant difference at the α level of 0.05.

3. Kadar minyak

Proses penanganan bahan sebelum disuling seperti pengeringan dapat mempengaruhi rendemen maupun kualitas minyak atsiri. Lama pelayuan dan penjemuran berpengaruh terhadap rendemen minyak atsiri (Hernani *et al.* 2009). Dengan pengeringan, proses penyulingan berlangsung sempurna, dimana penetrasi uap ke dalam bahan menjadi lebih mudah yang hasilnya proses hidrodifusi lebih cepat dan minyak atsiri lebih mudah keluar (Sophia *et al.* 2011). Kadar minyak biji pala batok maupun kupas hasil pengeringan dengan alat pengering tipe para-para 1 m dan 5 cm dari permukaan tanah yang ditutup dengan kain hitam lebih tinggi dibandingkan tipe alat pengering yang lain. Kadar minyak biji pala kering sekitar 6,62-7,27% dan biji pala kupas sebesar 6,67-6,75%. Hasil analisis statistik menunjukkan kadar minyak biji pala batok dan biji pala kupas hasil pengeringan dengan rak pengering tipe rumah berbeda nyata dengan tipe para-para dan lantai penjemuran ditutup kain hitam (Tabel 1). Kadar

minyak biji pala batok dan biji pala kupas kering dengan rak pengering tipe rumah masing-masing adalah 5,22 dan 2,84%. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya penutup berupa kain hitam mampu menyerap sinar matahari dengan baik sehingga mampu meningkatkan suhu di pengering. Selain itu penggunaan kain hitam diharapkan mampu mencegah biji pala supaya tidak langsung terpapar oleh sinar ultra violet.

Kadar minyak berhubungan dengan kadar air yang terdapat di dalam bahan dan dapat mempengaruhi hasil rendemen minyak (Utami 2012). Minyak atsiri dalam tanaman tersimpan pada jaringan yang terlindungi oleh air sehingga jika kadar air terlalu besar minyak akan sulit menguap saat destilasi. Tetapi jika kadar air terlalu rendah, kemungkinan terjadi penguapan minyak atsiri bersama dengan air pada saat proses pengeringan. Menurut (Mahapatra dan Nguyen 2007), kualitas produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh teknik pengeringan yang digunakan. Paparan panas dari sinar ultra violet dapat

mendegradasi/merusak kandungan kimia bahan pada saat dikeringkan di bawah sinar matahari langsung (Pramono 2006). Untuk bahan yang mengandung minyak atsiri, suhu pengeringan yang terbaik adalah 35-45°C (Lemos *et al.* 2011).

4. Kadar miristisin

Miristisin merupakan senyawa kimia yang terdapat di dalam minyak pala dan merupakan salah satu faktor penentu kualitas minyak pala dalam perdagangan internasional. Semakin tinggi kadar miristisin menunjukkan semakin tinggi kualitas dari minyak pala yang dihasilkan. Berdasarkan hasil analisis minyak pala menggunakan metode Gas Chromatografi (GC), kadar miristin paling tinggi (32,73%) diperoleh dari biji pala kupas yang dikeringkan dengan pengering tipe rumah, sedangkan kadar miristin paling rendah (10%) diperoleh dari biji pala yang dikeringkan di atas para-para pada ketinggian 1 m di atas permukaan tanah ditutup kain hitam (Tabel 1).

Selama pengeringan, sebagian besar membran sel pecah, dan cairan sel dengan bebas keluar masuk dari sel satu ke sel lainnya sehingga menyebabkan terjadinya penguapan, oksidasi, polimerisasi dan resinifikasi akibat adanya panas dan sinar matahari (Sophia *et al.* 2011). Dengan alat pengering tipe rumah untuk pala kupas kemungkinan peristiwa-peristiwa ini sedikit terjadi yang menjadikan kadar miristinnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan tipe pengeringan lainnya. Namun, baik pada biji pala batok maupun biji pala kupas yang dikeringkan dengan ketiga jenis tipe pengering yang dicoba mengandung kadar miristisin yang masih memenuhi persyaratan mutu SNI 06-2388 tahun 2006 dengan kadar miristin minimum pada pala sebesar 5%.

5. Aflatoksin

Hasil pengujian aflatoksin dari biji pala menggunakan metode HPLC AOAC Official Method 991.31.2012 (Weaver dan Trucksess 2010) menunjukkan nilai yang rendah pada semua perlakuan pengeringan, yaitu B1 < 1,07 µg/kg, B2 < 0,39 µg/kg, G1 < 1,35 µg/kg, G2 < 0,48 µg/kg, dan total aflatoksin < 3,29 µg/kg (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa rendahnya kadar aflatoksin dapat diperoleh dengan memenuhi prosedur dari awal proses seperti: sortasi mutu biji pala, pengelompokkan biji pala yang sudah tua, pengeringan biji pala batok segera setelah biji pala batok dikeluarkan dari daging buahnya, dan perlakuan

pengeringan biji pala kupas. *Aspergillus* spp merupakan jamur yang mampu hidup pada kondisi lingkungan abiotik yang cukup luas, seperti suhu 5-55°C (optimum 25-37°C), pH 3-8, aktifitas air (aw) 0,9 kelembapan udara 95-99% (minimum 85%) (Krijgsheld *et al.* 2013). Berdasarkan standar maksimal aflatoksin yang berlaku di pasar Masyarakat Eropa yaitu total aflatoksin 10 µg/kg dan aflatoksin jenis B1 maksimal 5 µg/kg, maka kualitas biji pala batok dan pala kupas yang dihasilkan memenuhi standar. Dengan demikian ketiga tipe pengering yang digunakan untuk mengeringkan biji pala batok dan biji pala kupas dapat diterapkan pada skala petani karena menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas ekspor.

6. Oleoresin

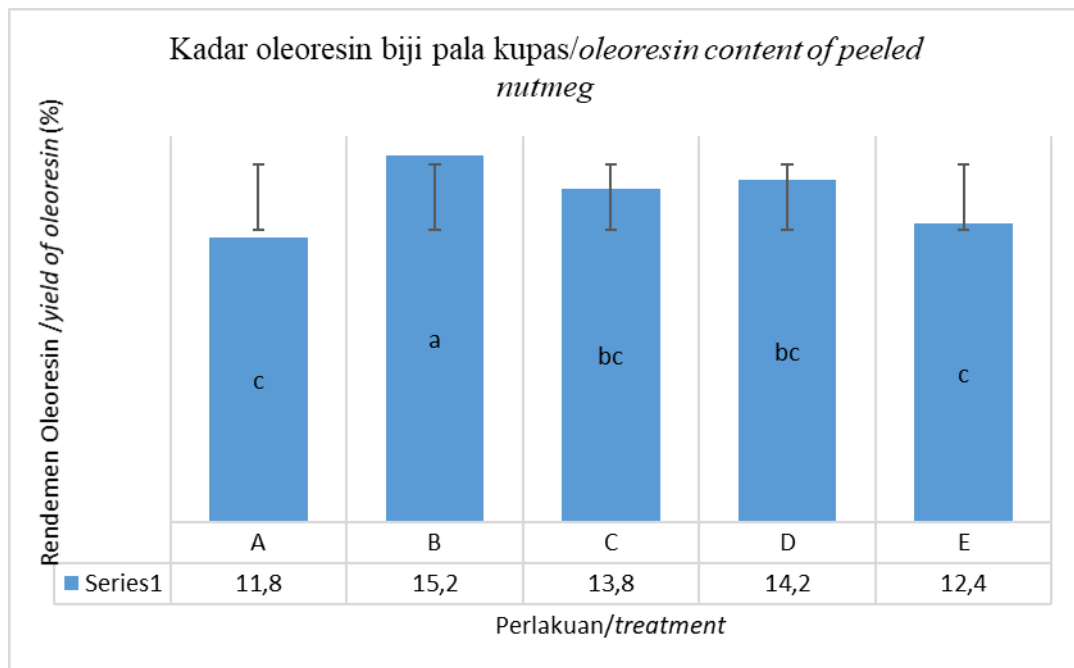
Biji pala kupas hasil pengeringan dengan berbagai tipe pengering diekstrak secara maserasi menggunakan pelarut etanol 96% dan diperoleh rendemen ekstrak berkisar antara 11,8-15,2%. Rendemen tertinggi terdapat pada biji pala kupas sebesar 15,2% yang terdapat pada pengeringan di atas para-para secara tertutup dan terkecil terdapat pada rak pengering tipe rumah (Kawiji *et al.* 2015) kualitas dan rendemen oleoresin dipengaruhi oleh kandungan minyak atsiri. Semakin banyak minyak atsiri terdapat di dalam oleoresin maka rendemen dan kualitas oleoresin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan kadar minyak biji pala kupas yang terdapat pada Tabel 1. Kadar minyak atsiri biji pala hasil pengeringan dengan rak pengering tipe rumah merupakan yang terkecil yaitu 2,48% dan terbukti bahwa rendemen oleoresin yang diperoleh juga kecil yaitu 11,80%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rendemen oleoresin biji yang diperoleh hasil pengeringan antara tipe para-para pada ketinggian 1 m di atas permukaan tanah dengan lantai penjemuran 5 cm di atas permukaan tanah ditutup kain hitam tidak berbeda nyata (Gambar 3). Demikian juga rendemen oleoresin antara rak pengering tipe rumah dengan lantai penjemuran jarak 5 cm dari permukaan tanah secara terbuka tidak berbeda nyata. Menurut (Ramadhan dan Phaza 2010) salah satu faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah penanganan bahan baku yaitu pengeringan. Rendemen ekstrak dipengaruhi oleh kualitas bahan yang diekstrak.

Tabel 2. Pengaruh tipe pengering terhadap cemaran aflatoksin pada biji pala dan biji pala kupas
 Table 2. The effect of drying types on aflatoxin contamination on nutmeg and peeled nutmeg

Tipe aflatoksin/ types on aflatoxin	Tipe pengering/drying types								
	Pengering tipe rumah/drying rack type house	Para-para penjemuran 1 m di atas tanah dengan kain penutup/racks-para drying 1 m above ground				Para-para penjemuran 5 cm di atas tanah/racks-para drying floor racks 5 cm above the ground			
		Dengan tutup kain hitam/with black cloth cover		Tanpa tutup kain hitam/without black cloth cover		Dengan tutup kain hitam/with black cloth cover		Terbuka/without black cloth cover	
		Jenis biji pala/ types of nutmeg							
		Biji pala/ nutmeg	Biji pala kupas/ peeled nutmeg	Biji pala/ nutmeg	Biji pala kupas/ peeled nutmeg	Biji pala/ nutmeg	Biji pala kupas / peeled nutmeg	Biji pala /nutmeg	Biji pala kupas / peeled nutmeg
B1 (µg/kg)	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07	< 1,07
B2 (µg/kg)	< 0,39	< 0,39	< 0,39	< 0,39	< 0,39	< 0,39	< 0,39	< 0,39	< 0,39
G1 (µg/kg)	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35	< 1,35
G2 (µg/kg)	< 0,48	< 0,48	< 0,48	< 0,48	< 0,48	< 0,48	< 0,48	< 0,48	< 0,48
Total aflatoksin/ total aflatoxin (µg/kg)	< 3,29	< 3,29	< 3,29	< 3,29	< 3,29	< 3,29	< 3,29	< 3,29	< 3,29

Keterangan : Metode pengujian aflatoksin menggunakan HPLC (AOAC Official Method 991.31.2012) dengan batas minimal deteksi adalah B1 = 1,07 $\mu\text{g/kg}$, B2 = 0,39 $\mu\text{g/kg}$, G1=1,35 $\mu\text{g/kg}$, G2=0,48 $\mu\text{g/kg}$, dan total= 3,29 $\mu\text{g/kg}$

Note : Aflatoxin testing method using HPLC (AOAC Official Method 991.31.2012) with a minimum detection limit is B1 = 1.07 $\mu\text{g / kg}$, B2 = 0.39 $\mu\text{g / kg}$, G1 = 1.35 $\mu\text{g / kg}$, G2 = 0.48 $\mu\text{g / kg}$, and total = 3.29 $\mu\text{g / kg}$.



Gambar 3. Pengaruh tipe pengering terhadap kadar oleoresin biji pala kupas. Pengering tipe rumah (A), Para-para penjemuran 1 m di atas tanah dengan kain penutup (B) dan tanpa kain penutup (C), Para-para penjemuran 5 cm di atas tanah dengan penutup kain hitam (D) dan tanpa penutup kain (E).

Figure 3. Effect of type of drying on oleoresin content of peeled nutmeg. Drying rack type house (A), Racks-para drying 1 m above ground with black cloth cover (B) and without black cloth cover (C), Racks-para drying floor racks 5 cm above the ground with covering black cloth (D) and without covering black cloth (E).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tiga metode pengeringan yang diuji, yaitu tipe rumah berenergi surya dan dilengkapi dengan kompor minyak tanah, tipe para-para 1 m di atas permukaan tanah, dan tipe rak 5 cm di atas tanah mampu menurunkan kadar air biji pala menjadi $< 10\%$. Suhu rata-rata pada ketiga tipe pengering $< 45^{\circ}\text{C}$ sehingga memenuhi standar suhu pengeringan pala. Pengering tipe para-para 1 m dan 5 cm dari permukaan tanah dan ditutup kain hitam mampu menghasilkan biji pala dan biji pala kupas dengan kadar minyak lebih tinggi dibandingkan tipe pengering yang lain. Tipe pengering berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar minyak dan kadar miristisin biji pala dan biji pala kupas. Kadar miristisin biji pala dan biji pala kupas dengan rak pengering tipe rumah lebih tinggi dibandingkan tipe para-para 1 m dan 5 cm di atas permukaan tanah. Kecepatan pengeringan biji pala dengan rak pengering tipe rumah membutuhkan waktu sekitar 50 jam dan tipe para-para 1 m dan 5 cm sekitar 30 jam. Kandungan aflatoksin B1 dan total aflatoksin dalam biji pala batok dan pala kupas semuanya di bawah ambang batas, yaitu aflatoksin B1 $< 1,07 \mu\text{g/kg}$, aflatoksin B2 $< 0,39 \mu\text{g/kg}$, aflatoksin G1 $< 1,35 \mu\text{g/kg}$, aflatoksin G2 $< 0,48 \mu\text{g/kg}$, dan total aflatoksin $< 3,29 \mu\text{g/kg}$. Ketiga jenis alat pengering dapat menekan cemaran aflatoksin pada biji pala batok dan biji pala kupas sehingga direkomendasikan untuk diuji pada skala lapangan oleh petani. Pengeringan biji pala menggunakan pengering tipe rumah lebih higienis dan tidak perlu diangkat apabila hujan turun secara tiba-tiba, tetapi memiliki harganya lebih mahal. Metode penjemuran biji pala yang paling sederhana adalah menggunakan tipe para-para berbahan bambu yang dipasang pada ketinggian 5 cm sampai dengan 1 m dari permukaan tanah.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Dalam artikel ini Bagem Br. Sembiring berperan sebagai kontributor utama, Supriadi berperan sebagai kontributor anggota, dan Ediningsih berperan sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, S., Safitriani, R.R. & Santosa, U. (2007) Pengaruh penutupan dengan kain hitam dan konsentrasi etanol terhadap kandungan kurkumin dan aktivitas antioksidan ekstrak simplisia temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XVIII (2), 102–108.
- CIR (2016) Commission Implementing Regulation (EU) 2016/24 of 8 January 2016 imposing special conditions governing the import of groundnuts from Brazil,. 4 (669), 1–5.
- Dharmaputra, O.S., Ambarwati, S. & Retnowati, I.N.A. (2015) Fungal Infection and Aflatoxin Contamination in Stored Nutmeg (*Myristica fragrans*) Kernels at Various Stages of Delivery Chain in North Sulawesi Province. *Biotropia*. [Online] 22 (2), 129–139. Available from: doi:10.11598/btb.2015.22.458.
- Ditjenbun (2012) Pedoman Teknis Penanganan Pascapanen Pala. Direktorat Pascapanen dan Pembinaan Usaha, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Hernani, Nurdjanah, N. & Rahmawati (2009) Aspek pengeringan dalam mempertahankan kandungan metabolit sekunder pada tanaman obat. In: *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*. 21 (2), pp.33–39.
- Hernani & Nurdjanah, R. (2009) *Aspek Pengeringan dalam Mempertahankan Kandungan Metabolit Sekunder pada Tanaman Obat*. In: *Perkembangan Teknologi TRO*. 21 (2), pp.33–39.
- Kawiji, Khasanah, L.U., Utami, R. & Aryani, N.T. (2015) Ekstraksi Maserasi Oleoresin Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC): Optimasi Rendemen dan Pengujian Karakteristik Mutu. *AGRITECH*. 35, 178–184.
- Krijgsheld, P., Bleichrodt, R. V., Van Veluw, G. J., Wang, F., Müller, W. H., Dijksterhuis, J., & Wösten, H.A.B. (2013) Development in *Aspergillus*. *Studies in Mycology*. [Online] 74, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 1–29. Available from: doi:10.3114/sim0006.
- Lemos, D. R. H., Rocha, R. P., Melo, E. C., Visser, E., & Pinheiro, A.L. (2011) Influence of the drying air temperature on the essential oil content of *Melaleuca alternifolia* Cheel. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande*. 13 (3), 257–261.
- Mahapatra, A.. & Nguyen, C.. (2007) *Drying of medicinal plants*. In: *Acta Horticulturae*. [Online] 756, pp.47–54. Available from: doi:10.1007/1-4020-5449-1.
- Martiani, E., Murad & Putra, G.M.D. (2017) Modifikasi dan Uji Performansi Alat Pengering

- Hybrid (surya Biomassa) Tipe Rak. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 5 (1), 339–347.
- Medina, A., Rodriguez, A. & Magan, N. (2014) Effect of climate change on *Aspergillus flavus* and aflatoxin B1 production. *Frontiers in Microbiology*. [Online] 5 (JULY), 1–7. Available from: doi:10.3389/fmicb.2014.00348.
- Panggabean, T., Triana, A.N. & Hayati, A. (2017) Kinerja Pengeringan Gabah Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak dengan Energi Surya, Biomassa, dan Kombinasi. *AGRITECH*. 37 (2), 229–235.
- Park, Y. (2010) *Moisture and Water Activity. Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis*. [Online] (December). Available from: doi:10.1201/9781420045338.ch3.
- Pietri, A. & Piva, G. (2012) Aflatoxins in foods. *Italian Journal of Public Health*. [Online] 4 (1), 32–38. Available from: doi:10.2427/5899.
- Pramono, S. (2006) *Penanganan Pasca Panen Dan Pengaruhnya Terhadap Efek Terapi Obat Alami*. In: *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXVIII, Bogor*. pp.1–6.
- Ramadhan, A.E. & Phaza, H.A. (2010) Pengaruh Konsentrasi Etanol, Suhu Dan Jumlah Stage Pada Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) Secara Batch. *Skripsi*. [Online] 1–29. Available from: <http://core.ac.uk/download/pdf/11714059.pdf>.
- Rismunandar (1990) *Budidaya dan Tataaniaga pala*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sembiring, B.Br., Ma'mun, Supriadi, Manoi, F., Ediningsih, Kustiwa, D., Suparman, A. & Ali, M. (2018) *Teknologi Pengeringan Biji Pala untuk Reduksi Aflatoksin*. Laporan Tahunan Balittro 2017. 1-147.
- Sembiring, B.Br., Supriadi, Ediningsih, Ma'mun, Dedi, K., Aziz, S. & Hikmat (2019) *Perancangan Alat Pengering Biji Pala yang Efektif Menekan Aflatoksin pada Skala Petani*. Laporan Tahunan Balittro 2018. 11-12.
- Sophia, Sipahelut & Telussa, I. (2011) karakteristik minyak atsiri dari daging buah pala melalui beberapa teknologi proses. *Teknologi Hasil Pertanian*. IV (2), 126–134.
- Supriadi (2017) Aflatoksin pada Pala di Indonesia dan Pengendaliannya. *Perspektif*. 16 (2), 102–110.
- Utami, A. R. (2012) *Pengaruh Tempat Tumbuh Terhadap Kualitas Minyak atsiri Pogostemon cablin Benth (nilam) dan Aktivitas Biologinya*. [Online] Available from: <https://maduramandiri.wordpress.com/>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2020.
- Weaver, C.M. & Trucksess, M.W. (2010) Determination of aflatoxins in botanical roots by a modification of AOAC Official Method 991.31: single-laboratory validation. *JAOAC*. 93 (1), 184–189.
- Yenny (2006) Aflatoksin dan Aflatoksikosis pada Manusia. *Universa Medicina*. 25 (1), 41–52.