

ARTIKEL REVIEW : BAKTERI NITRITASI DAN PERANANNYA DALAM KEBERADAAN NITRIT PADA SARANG BURUNG WALET

(Article Review : Nitrification Bacteria and The Role in The Existence of Nitrite in Edible Bird Nest)

**Platika Widiyani^{1,2*}, Hadri Latif², Denny W. Lukman²,
Mirnawati B. Sudarwanto²**

¹Badan Karantina Pertanian, Kanpus Kementerian Pertanian, Jakarta

²Fakultas Kedokteran Hewan, Divisi Kesehatan Masyarakat Veteriner,
Institut Pertanian Bogor

*Korespondensi e-mail: widiyaniplatika@gmail.com

ABSTRACT

Edible bird nest is a high-value export commodity. The industry of edible bird nests encounters various challenges regarding food safety demands for consumers, especially related to the quality of edible bird nests and compliance of nitrite below 30 ppm for the export commodity to China. The purpose of this paper is to obtain information on nitrate content in edible bird nests, the impact of nitrite on consumers and mechanism of nitrite, nitrification processes and mechanisms of nitrification in nature, types of nitrifying bacteria, the nitrification process, and the role of nitrifying bacteria in the edible bird nests, and also nitrite testing methods. This paper shows the nitrite content in edible bird nests at various levels. Nitrite is toxic and dangerous. Nitrite can cause methemoglobinemia, impaired oxygen flow, and difficulty breathing. Hygiene conditions and the environment of the swallow's house can affect the amount of nitrite in the edible bird nest. Alteration in nitrite can occur through changes in nitrogen in the air to nitrite. Nitrite forming in edible bird nests is a natural process of shift nitrogen in the swallow's house environment and influenced by nitrite-producing bacteria were found in swallow's houses and converting nitrate to nitrite. Nitrification bacteria are bacteria that important role in increasing organic content and the availability of nutrients in the soil by providing nitrate. There are a few bacteria nitrification find in nature and edible bird nests such as Nitrosomonas Sp, Nitrobacter Sp, Nitrospina Sp, Nitrosococcus Sp, Nitrocystis Sp, and Bradyrhizobium japonicum.

Keywords: *edible bird nest; nitrification bacteria; nitrite*

PENDAHULUAN

Sarang burung walet secara ilmiah merujuk pada empat jenis sarang burung dari spesies walet yaitu *Collocalia fuciphaga*,

Collocalia germanis, *Collocalia maxima* dan *Collocalia unicolor*. Sarang burung ini dihasilkan dari air liur yang diproduksi oleh sepasang

kelenjar sublingual di bawah lidah burung walet (Hun *et al.* 2015).

Kebutuhan sarang burung walet di pasar internasional sangat besar dan merupakan salah satu komoditas unggulan yang di ekspor ke Cina (Gumilar 2018). Permintaan yang tinggi terhadap sarang burung walet di pasar internasional disebabkan oleh keyakinan khasiat sarang burung walet untuk pengobatan (Yulianti *et al.* 2019). Sarang burung walet dianggap sebagai makanan atau minuman kesehatan bagi gastronomi dalam masakan Cina serta mengandung zat makanan yang berkualitas tinggi (But *et al.* 2013).

Variasi komposisi dan kandungan protein dalam sarang burung walet sangat tergantung dari asal geografis, sumber makanan serta perbedaan genus/*gallus* burung walet (Zukefli *et al.* 2017). Sarang burung walet dari Indonesia memiliki keunggulan dari segi kandungan protein yang tinggi yakni sebesar 59,8-65,8% (Hamzah Z *et al.* 2013).

Badan Karantina Pertanian telah menetapkan pedoman pada tahun 2013 yang mengatur kandungan nitrit pada sarang burung yaitu tmaksimal adalah 30 ppm (Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian 2013). Nitrit dapat bersifat toksik dan berbahaya karena dapat menyebabkan kondisi methemoglobinemia sehingga terjadi gangguan aliran oksigen dan kesulitan bernafas (Saputro *et al.* 2016). Nitrit yang ada dalam makanan telah dikaitkan dengan

peningkatan risiko kanker usus (Thorburn, 2015). Nitrit bereaksi dengan asam kuat dalam abdomen dan menyebabkan terbentuknya nitrosamin (karsinogen N-nitrosamin) sebagai senyawa karsinogenik yang kuat. Nitrosamin dapat menyebabkan kanker kolorektal (Saputro *et al.* 2016).

Kontaminasi nitrit pada sarang burung walet terjadi saat sarang masih berada di habitatnya (Utomo *et al.* 2018). Kandungan nitrit ini diduga berkaitan dengan sumber makanan dari burung walet dan juga kondisi habitatnya. Umumnya pada sarang burung walet terdapat kotoran burung walet yang mengandung amoniak. Amoniak tersebut akan teroksidasi oleh oksigen menjadi nitrit yang kemudian teroksidasi lagi menjadi nitrat. (Chan *et al.* 2013). Pembentukan nitrit pada sarang burung walet sebagai hasil proses alamiah dari adanya proses perubahan nitrogen yang ada di lingkungan rumah walet dan diduga dapat dipengaruhi oleh bakteri penghasil nitrit yang terdapat pada sarang burung walet dan mengubah nitrat menjadi nitrit sehingga diperlukan kajian lebih dalam mengenai jenis bakteri nitrifikasi, proses nitrifikasi serta peranan bakteri nitrifikasi tersebut pada sarang burung walet. Penulisan jurnal kajian ini untuk mengkaji informasi mengenai kandungan nitrit pada sarang burung walet, dampak nitrit terhadap konsumen serta mekanisme kerja nitrit, proses dan mekanisme nitrifikasi di alam, jenis bakteri nitrifikasi, dan peranan

bakteri nitrifikasi pada sarang burung walet serta metode pengujian nitrit.

METODOLOGI

Penulisan jurnal ini menggunakan teknik pengumpulan data berdasarkan pada review jurnal ilmiah dari berbagai sumber tulisan yang dipublikasi dalam kurun waktu tahun 2011 hingga 2021. Basis data yang digunakan dari berbagai sumber, diantaranya dari Google Scholar, Science Direct, Pub Med . Kata kunci yang digunakan dalam pen-

carian sumber data yaitu *edible bird nest*, nitrit, *nitrification bacteria*, sarang burung walet. Artikel yang digunakan membahas bakteri nitrifikasi di alam baik pada lahan gambut, tanah, air laut, air tawar dan sarang burung walet. Artikel yang dipilih adalah campuran dalam bahasa Inggris dan Indonesia. Jumlah artikel yang dikaji adalah 20 artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai kandungan nitrit pada sarang burung walet saat ini telah banyak dilakukan. Hasil penelitian pada sarang burung walet putih di Pasar Hongkong (seluruh sampel sarang burung walet diimpor dari Indonesia, Malaysia, Thailand dan Vietnam) menunjukkan variasi kandungan nitrit antara 0 ppm hingga 6430 ppm. Nilai median kandungan nitrit pada sarang burung walet putih dari keempat Negara tersebut adalah sebesar 100 ppm (Chan *et al.* 2013). Penelitian sarang burung walet yang berasal dari Indonesia marak dilakukan seiring dengan meningkatnya permintaan ekspor dari Negara Luar. Pengujian kandungan nitrit pada sarang burung walet yang belum dilakukan pencucian dan berasal Sulawesi Selatan mendapatkan hasil sebesar 32,9 ppm (Yulianti *et al.* 2019). Hasil uji kandungan nitrit pada sarang burung walet asal Jawa Timur yang belum

dilakukan pencucian adalah 1,42 ppm dan akan meningkat sebesar 2,10 ppm selama penyimpanan pada suhu ruang (Utomo *et al.* 2018). Kandungan nitrit tertinggi ditemukan pada bagian kaki sarang burung walet yang berasal dari Kalimantan Timur adalah sebesar 17,4 ppm dan hasil terendah terdapat pada bagian serabut sarang burung walet yaitu sebesar 4,8 ppm (Sirenden *et al.* 2018).

Pencucian sarang burung walet secara tidak langsung dapat menurunkan kandungan nitrit. Sarang burung walet asal Kalimantan Selatan yang belum dilakukan pencucian memiliki kandungan nitrit sebesar $93,12 \pm 4,40$ ppm dan mengalami penurunan selama proses pencucian. Rerata kandungan nitrit sarang burung walet yang dilakukan 1 kali pencucian dengan air adalah sebesar $65,24 \pm 3,38$ ppm dan pada sarang burung walet yang telah dil-

akukan pencucian 3 kali sebesar 30,87±2,11 ppm (Susilo *et al.* 2016).

Sarang burung walet memiliki kandungan nitrit yang beragam dan nitrit diketahui merupakan senyawa beracun apabila dikonsumsi dalam konsentrasi yang tinggi (Paydar *et al.* 2013). Nitrit seringkali dimanfaatkan sebagai zat aditif dalam bahan pangan. Penggunaan nitrit sangat dibatasi untuk mencegah keracunan pada konsumen (Thorburn 2015; Saputro *et al.* 2016). Nitrit dalam jumlah besar pada manusia dapat menyebabkan gangguan gastrointestinal, diare berdarah hingga berujung pada kematian. Keracunan kronis akibat nitrit dapat menyebabkan depresi secara umum dan sakit kepala (Abdurivai dan Syamsinar 2019).

Dampak nitrit terhadap manusia sangat berbahaya, terutama pada bayi dibawah 3 bulan karena dapat mengakibatkan methemoglobinemia (Amanati 2016; Susilo *et al.* 2016). Methemoglobinemia adalah kondisi nitrit akan mengikat hemoglobin (Hb) dalam darah dan menghambat pengangkutan oksigen di dalam aliran darah (Rosita 2014; Amanati 2016). Kondisi ini akan mengakibatkan tubuh kekurangan oksigen dalam darah (hypoxia) dan ditandai dengan kulit berwarna biru (sianosis), sesak nafas, muntah hingga kematian (Samsuar *et al.* 2020). Penderita methemoglobinemia juga akan mengalami kesulitan bernafas yang disebabkan sistem respirasi oksigen yang sedang terganggu (Saputro *et al.* 2016).

Kandungan nitrit yang ada dalam makanan telah dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker (Thorburn 2015). Nitrit di dalam perut akan berikatan dengan protein membentuk senyawa N-Nitrosamin, komponen ini merupakan senyawa karsinogenik (Paydar *et al.* 2013). Nitrosamin dapat menyebabkan kanker kolorektal dan kanker perut (Saputro *et al.* 2016).

Kebersihan lingkungan rumah walet menjadi hal yang penting diperhatikan dan memiliki korelasi yang kuat dengan jumlah nitrit pada sarang burung walet, berbagai penelitian telah mendapatkan hasil bahwa sarang burung walet dapat terkontaminasi nitrit yang berasal dari lingkungan (Hamzah Z *et al.* 2013). Kondisi kebersihan dan lingkungan rumah walet dapat mempengaruhi kandungan nitrit dikarenakan terjadinya pembusukan material organik ataupun kotoran yang terdapat pada lantai rumah walet (Yulianti *et al.* 2019).

Pembentukan nitrit pada sarang burung walet secara alamiah merupakan perubahan dari nitrogen di alam. Nitrit terbentuk secara alami oleh proses oksidasi natrium nitrat (NaNO_3) oleh nitrogen yang ada di udara (Leonanda dan Zolanda 2018; Yenil dan Yemiş 2018). Nitrit pada sarang burung walet diduga berasal juga dari konversi nitrat yang dipicu oleh bakteri yang mengubah nitrat menjadi nitrit (Chan *et al.* 2013).

Nitrogen yang berada di atmosfer dalam jumlah besar tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh

mahluk hidup. Nitrogen harus diubah ke dalam bentuk amoniak menjadi nitrit dan kemudian nitrit menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi (Kiding *et al.* 2015). Bakteri nitrifikasi memanfaatkan energi untuk mengasimilasi karbondioksida. Oksidasi amonium menjadi nitrit dan ion nitrat mengubah muatannya dari positif ke negatif bertujuan untuk pencucian nitrat, dikarenakan amonium yang bermuatan positif (NH_4^+) cenderung diikat oleh partikel yang bermuatan negatif, contohnya pada tanah liat (Aislabie 2018).

Proses nitrifikasi merupakan proses perubahan senyawa nitrogen yang berada di alam. Proses ini dimulai dari perubahan amoniak (NH_4^-) menjadi senyawa nitrit (NO_2) (Leonanda dan Zolanda 2018). Terdapat bukti ilmiah yang menyatakan bahwa ion nitrit cepat teroksidasi untuk menjadi ion nitrat (NO_3^-) (Yenil dan Yemiş 2018). Nitrit cenderung membentuk kompleks yang kuat dengan sejumlah besar logam transisi karena sifat strukturnya yang labil (Yenil dan Yemiş 2018). Penggunaan pupuk nitrogen, pestisida dan bahan kimia limbah industri menjadi sumber utama akumulasi nitrat (Leonanda dan Zolanda 2018; Yenil dan Yemiş 2018).

Terdapat dua tahapan proses dalam nitrifikasi yaitu tahap pembentukan nitrit (nitritasi) dan tahap perubahan ke bentuk nitrat (nittrasi). (Aislabie 2018; Leonanda dan Zolanda 2018). Tahap nitritasi didefinisikan sebagai tahap oksidasi ion

ammonium (NH_4^+) menjadi ion nitrit (NO_2^-) yang dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*. Pada tahap nittrasi didefinisikan sebagai tahap oksidasi ion nitrit menjadi ion nitrat (NO_3^-) yang dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* (Leonanda dan Zolanda 2018). Metabolisme bakteri *Nitrosomonas* menghasilkan enzim katalase. Bakteri *Nitrosomonas* berperan dalam proses nitrifikasi dengan menghasilkan ion nitrat.

Proses oksidasi amonia menjadi nitrit di dalam tanah, dapat pula dimediasi oleh bakteri *Nitrospira* atau *Nitrososphaera crenarchaeum*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dimediasi oleh bakteri *Nitrobacter* dan *Nitrospira* (Aislabie 2018).

Bakteri nitrifikasi ini membutuhkan kondisi tertentu bagi aktivitas dan pertumbuhannya (Kiding *et al.* 2015). Proses nitrifikasi dipengaruhi oleh pH. Nitrifikasi akan berhenti pada pH di bawah 6,0. Intensitas cahaya matahari juga berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri tersebut. Apabila cahaya matahari terlalu banyak maka akan menyebabkan bakteri mati, dan kekurangan cahaya akan menyebabkan mikroorganisme tidak tumbuh secara maksimum (Leonanda dan Zolanda 2018). Bakteri nitrifikasi banyak ditemukan di alam, terutama dalam tanah. Hasil isolat pada tanah gambut diperoleh 5 genus bakteri nitrifikasi yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrospina*, *Nitrosococcus* dan *Nitrocystis* (Kiding *et al.*, 2015). Bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* menggunakan energi

dari proses nitrifikasi untuk membentuk sel yang baru (Aislabie, 2018). Bakteri *Nitrosomonas* bersifat heterotrofik dan mampu mengoksidasi amonia menjadi nitrit atau nitrat. Bakteri pengoksidasi ammonia dalam genus *Nitrosomonas* sebanyak 13 spesies dan sebanyak 8 jenis spesies baru dalam genus *Nitrosomonas*. Rincian spesies baru tersebut yaitu *Nitrosomonas communis* sp. Nov, *Nitrosomonas ureae* sp. Nov, *Nitrosomonas aestuarii* sp.

Nov, *Nitrosomonas marina* sp. Nov, *Nitrosomonas nitrosa* sp. Nov, *Nitrosomonas eutropha* sp. Nov, *Nitrosomonas oligotropha* sp. Nov dan *Nitrosomonas halophila* sp. Nov. (Kiding *et al.* 2015). Bakteri-bakteri tersebut mengoksidasi amonia menjadi nitrit sebagai sumber energi tunggal dan mengasimilasi karbondioksida sebagai sumber karbon utama. Karakter morfologi koloni, sel dan biokimia bakteri nitrifikasi dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter Morfologi Koloni, Morfologi Sel dan Biokimia Bakteri Nitrifikasi

Karakter	Genus Bakteri				
	<i>Nitrosomonas</i>	<i>Nitrobacter</i>	<i>Nitrosococcus</i>	<i>Nitrospina</i>	<i>Nitrosocystis</i>
Morfologi Koloni					
Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Tepian	Licin	Licin	Licin	Licin	Berombak
Elevasi	Cembung	Cembung	Datar	Datar	Datar
Warna	Putih	Kuning	Krem	Putih Susu	Putih Bening
Morfologi Sel					
Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Warna	Merah	Merah	Merah	Merah	Merah
Biokimia					
Katalase	+	+	+	+	+
Motilitas	+	+	+	+	+
OF	F	F	F	F	F
Sitrat	-	-	+	-	-
Urea	+	+	+	+	-
Gelatin	+	+	+	+	+
Indol	+	+	+	+	+
TSIA	A/A	A/K	K/A	A/K	K/K

Keterangan : + (positif), - (negatif), F (fermentatif), A (asam), K (katalis)

Sumber : (Kiding *et al.* 2015)

Bakteri nitrifikasi memanfaatkan energi nitrifikasi untuk mengasimilasi karbondioksida. Nitrifikasi mengubah muatan ion dari positif ke negatif (Aislabie 2018). Proses nitrifikasi dimulai dari peru-

bahan amoniak (NH_4^-) menjadi senyawa nitrit (NO_2) (Leonanda dan Zolanda 2018). Beberapa jenis bakteri nitrifikasi dan peranan dalam proses nitrifikasi dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2. Beberapa Jenis Bakteri Nitrifikasi dan Peranan dalam Proses Nitrifikasi Di Alam

Jenis Bakteri Nitrifikasi	Habitat	Peranan dalam Proses Nitrifikasi	Keterangan	Referensi
<i>Nitrosomonas</i>	Tanah, air tawar, air laut	Memanfaatkan urea melalui hidrolisis dan memiliki komponen hidrosilamin oksidoreduktase dari sistem energi pengoksidasi amonia.	Tumbuh pada pH optimum 5,8-8,5, khusus <i>Nitrosomonas cryotolerans</i> dapat tumbuh pada suhu 0-5 ⁰ C.	(Kiding <i>et al.</i> 2015)
<i>Nitrospina</i>	Air laut, air tawar dan tanah	Mengoksidasi amoniak menjadi nitrat.	Tumbuh optimum pada lingkungan yang mengandung senyawa organik, suhu 25-30 ⁰ C dan pH 7,5-8,0	(Kiding <i>et al.</i> 2015)
<i>Nitrosococcus</i>	Tanah dan air	Mengoksidasi amoniak menjadi nitrat.	Bersifat aerob, optimum pada 20-25 ⁰ C.	(Kiding <i>et al.</i> 2015)
<i>Nitrobacter</i>	Tanah	Oksidasi ion nitrit menjadi nitrat.	Optimum pada pH 7,5-8,5	(Kiding <i>et al.</i> 2015)
<i>Stenotrophomonas nitritireducen</i>	Tanah	Mereduksi nitrit menjadi nitrous oksida (N ₂ O).		(Chan <i>et al.</i> 2013)
<i>Alcaligenes; Escherichia</i>	Tanah dan air	Mengurangi nitrit melalui hidrosilamin ke amonia	Mampu mengurangi nitrat menjadi nitrit pada kondisi anaerobik	(Aislabie 2018)

Identifikasi bakteri pada sarang burung walet memperoleh hasil ditemukannya fragmen *periplasmic* nitrat reductase yang menunjukkan bahwa fragmen tersebut berasal dari bakteri nitrat reduc-

tase yaitu *Bradyrhizobium japonicum*. Bakteri *Bradyrhizobium japonicum* dapat mengubah nitrat menjadi nitrit pada proses hidupnya (Chan *et al.* 2013). *Bradyrhizobium japonicum* dapat tumbuh secara

anaerob dengan NO_3^- sebagai elektron akseptor. Pertumbuhan *Bradyrhizobium japonicum* dapat disebabkan oleh sedikitnya reduksi NO_3^- akibat adanya gangguan aktivitas nitrat periplasma reduktase, yang bergantung pada peristiwa post transkripsi (Siqueira *et al.* 2017). *Bradyrhizobium japonicum* yang ditemukan pada sarang burung walet tersebut diduga berasal dari kondisi tanaman di sekitar pulau atau rumah walet yang mengalami kekurangan nitrogen. Hal ini mengakibatkan tanaman akan berusaha mengatasi kekurangan nitrogen tersebut melalui simbiosis dengan bakteri pengikat nitrogen. Simbiosis ini bertujuan untuk menyediakan kondisi yang cukup bagi pertumbuhan bakteri pengikat nitrogen sebagai pengganti nutrisi nitrat. Selanjutnya bakteri tersebut dapat mencapai rongga mulut burung walet pada saat burung walet memangsa serangga maupun secara langsung mengonsumsi tanaman atau tanah yang berasal dari sekitar pulau atau rumah walet. Pada tahap selanjutnya *Bradyrhizobium japonicum* dapat dikeluarkan bersama dengan sekresi saliva dan pada akhirnya menjadi bagian dari kontaminasi nitrit pada sarang burung walet (Chan *et al.* 2013).

Secara singkat, penentuan nitrit dapat pula dilakukan dengan metode titrimetri, spektroskopi, teknik elektrokimia (Hu *et al.* 2017; Sivakumar *et al.* 2017), serta kromatografi (Chamandust *et al.* 2016; Khan *et al.* 2016). *Spectrophotometric Griess* adalah

metode standar paling sederhana untuk mendeteksi ion nitrit (NO_2^-). Metode ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan dapat digunakan untuk mengukur minimal 0,5 M ion NO_2^- . Namun metode ini membutuhkan kehati-hatian terhadap pH di setiap tahapan reaksi, rentan terhadap oksidan kuat dan adanya gangguan pewarnaan. lainnya dapat dengan analisis reaksi ion nitrit serta dapat menggunakan alat *Gas Chromatography Mass Spectrophotometer* (GC-MS) dan *Ion Chromatography* (IC). Kekurangan metode GC dan IC adalah tidak dapat memberikan respons waktu yang tepat, mahal, waktu yang lama, mudah diintervensi dan tidak dapat digunakan untuk tujuan deteksi *on-site* (Mohd Zuki *et al.* 2018; Yenil dan Yemiş 2018). Metode spektrofotometri memiliki keunggulan sederhana, cepat dan tidak memerlukan peralatan yang mahal. Penggunaan kompleks warna dengan substansi yang ditentukan dalam metode ini mampu meningkatkan tingkat sensitivitasnya (Yenil dan Yemiş 2018).

Sebuah mikrosensor optik telah dikembangkan untuk uji nitrit dengan preparasi mikrosensor, *poly shelf adhesive* (n-butil akrilat) mikrosfer disintesis oleh *photocuring* UV dan pewarna Safranin O yang diimobilisasi secara fisik ke *sphere*. Respon dari mikrosensor terhadap ion nitrit diukur dengan menggunakan sebuah refleksi spektrofotometer pada pH=1. Sensor tersebut memberikan respons linear

dalam kisaran 10–100 mg/L dan *limit* deteksi adalah 3 mg/L. Selain itu,

waktu respons sensor untuk ion nitrit adalah 3 menit (Noor *et al.* 2016).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti di tahun-tahun sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa kandungan nitrit pada sarang burung walet sangat bervariasi. Kondisi kebersihan dan lingkungan sekitar rumah walet dapat mempengaruhi jumlah nitrit pada sarang burung walet. Perubahan nitrit terjadi dapat dimulai dari perombakan nitrogen yang terdapat di udara, dimulai dari perubahan amoniak kemudian diubah menjadi nitrit. Kontaminasi nitrit pa-

da sarang burung walet dapat berasal dari konversi nitrat pada lingkungan alamiahnya melalui reaksi enzimatik yang diciptakan oleh bakteri nitrat reduktase yaitu *Bradyrhizobium japonicum*. Bakteri nitrifikasi yang berhasil ditemukan pada tanah sebanyak 5 genus yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrospina*, *Nitrosococcus* dan *Nitrocystis*. Nitrit yang tinggi pada bahan pangan dapat menyebabkan keracunan, methemoglobinemia dan memicu kanker bagi manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrivai, Syamsinar N. 2019. Hubungan Kandungan Nitrat (NO₃) dan Nitrit (NO₂) Pada Air Lindi dengan Kualitas Air Sumur Gali di Kel. Bangkala Kec. Manggala Kota Makassar Tahun 2017. *J Sulolipu Media Komun Sivas Akad dan Masy.* 17(2):1–10.
- Aislabie. 2018. Soil Microbes and Their Contribution to Soil Services. <http://www.ecoclimatico.com/archives/se-puede-hacer-combustible-con-restos-de-comida-3949>.
- Amanati L. 2016. Uji Nitrit Pada Produk Air Minum Dalam Kemasan (Amdk) Yang Beredar Di Pasaran. *J Teknol Proses dan Inov Ind.* 1(2). doi:10.36048/jtpii.v1i2.1916.
- But PPH, Jiang RW, Shaw PC. 2013. Edible bird's nests - How do the red ones get red? *J Ethnopharmacol.* 145(1):378–380. doi:10.1016/j.jep.2012.10.050.
- Chamandust S, Mehrasebi MR, Kamali K, Solgi R, Taran J, Nazari F, Hosseini MJ. 2016. Simultaneous Determination of Nitrite and Nitrate in Milk Samples by Ion Chromatography Method and Estimation of Dietary Intake. *Int J Food Prop.* 19(9):1983–1993. doi:10.1080/10942912.2015.1091007.
- Chan GKL, Zhu KY, Chou DJY,

- Guo AJY, Dong TTX, Tsim KWK. 2013. Surveillance of nitrite level in cubilose: Evaluation of removal method and proposed origin of contamination. *Food Control*. 34(2):637–644. doi:10.1016/j.foodcont.2013.06.010.
- Gumilar P. 2018. Ini Deretan Daerah Potensial Penghasil Sarang Walet. *bisnis com.*, siap terbit. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20180303/99/745469/ini-deretan-daerah-potensial-penghasil-sarang-walet>.
- Hamzah Z et al. 2013. Nutritional Properties of Edible Bird Nest. *Bioprocess Eng*. 3(6):600–607.
- Hu J, Guo F, Wang L. 2017. Voltammetric determination of nitrite by using a glassy carbon electrode modified with a self-assembled nanocomposite prepared from CdTe quantum dots, cetyltrimethylammonium bromide, chitosan and multiwalled carbon nanotubes. *Microchim Acta*. 184(12):4637–4646. doi:10.1007/s00604-017-2500-0.
- Hun LT, Wani W a, Tan E, Tjih T, Adnan NA, Ling Y Le, Aziz RA. 2015. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research , 2015 , 7 (7): 228-247 Research Article Investigations into the physicochemical , biochemical and antibacterial properties of Edible Bird ' s Nest. 7(7):228–247.
- Keputusan. 2013. Keputusan Kepala Badan Karantina Nomor 832/Kpts/OT.140/L/3/2013 tentang Pedoman Persyaratan dan Tindakan Karantina Hewan dan Tindakan Karantina Hewan Terhadap Pengeluaran Sarang Walet dari Wilayah Negara Republik Indonesia ke Republik Rakyat China. Di dalam: Badan Karantina Pertanian, editor. Jakarta: Badan Karantina Pertanian. hlm 1–14. <https://karantina.pertanian.go.id/page-72-pedoman-karantina-hewan.html>.
- Khan MR, Wabaidur SM, Alothman ZA, Busquets R, Naushad M. 2016. Method for the fast determination of bromate, nitrate and nitrite by ultra performance liquid chromatography-mass spectrometry and their monitoring in Saudi Arabian drinking water with chemometric data treatment. *Talanta*. 152:513–520. doi:10.1016/j.talanta.2016.02.036.
- Kiding A, Khotimah S, Linda R. 2015. Karakterisasi dan Kepadatan Bakteri Nitrifikasi pada Tingkat Kematangan Tanah Gambut yang Berbeda Di Kawasan Hutan Lindung Gunung Ambawang Kabupaten Kubu Raya. *Protobiont*.4(1):17–21.
- Leonanda BD, Zolanda Y. 2018. Reaktor Nitrifikasi Biofilter Untuk Air Limbah Sisa Makanan Dan Feses Ikan. *Met J Sist Mek dan Termal*. 2(1):9.

- doi:10.25077/metal.2.1.9-14.2018.
- Mohd Zuki SNS, Tan LL, Azmi NS, Heng LY, Chong KF, Tajuddin SN. 2018. A whole cell bio-optode based on immobilized nitrite-degrading microorganism on the acrylic microspheres for visual quantitation of nitrite ion. *Sensors Actuators, B Chem.* 255:2844–2852.
doi:10.1016/j.snb.2017.09.102.
- Noor NSM, Tan LL, Heng LY, Chong KF, Tajuddin SN. 2016. Acrylic microspheres-based optosensor for visual detection of nitrite. *Food Chem.* 207(2):132–138.
doi:10.1016/j.foodchem.2016.03.088.
- Paydar M, Wong YL, Wong WF, Hamdi OAA, Kadir NA, Looi CY. 2013. Prevalence of nitrite and nitrate contents and its effect on edible bird nest's color. *J Food Sci.* 78(12).
doi:10.1111/1750-3841.12313.
- Rosita N. 2014. Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan. *J Kim Val.* 4(2):134–141.
doi:10.15408/jkv.v0i0.3611.
- Samsuar, Ahmad R, Dodo H. 2020. Analisis Kadar Nitrit Pada Sosis Sapi Kemasan yang Beredar di Pasar Tradisional Kota Bandar Lampung secara Spectrofotometri UV Vis. *J Farm Lampung.* 9(1):44–55.
- Saputro E, Bintoro V, Pramono Y. 2016. Agen Kyuring Alami Pengganti Natrium Nitrit Sintetis pada Kyuring Daging Sapi. *Mediagro.* 12(1):65–75.
- Siqueira AF, Minamisawa K, Sánchez C. 2017. Anaerobic reduction of nitrate to nitrous oxide is lower in *Bradyrhizobium japonicum* than in *Bradyrhizobium diazoefficiens*. *Microbes Environ.* 32(4):398–401.
doi:10.1264/jsme2.ME17081.
- Sirenden MT, Puspita D, Sihombing M, Nugrahani F, Retnowati N. 2018. Analisis Profil Makronutrien Dan Kandungan Nitrit Pada Bagian Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*). *Semin Nas "Inovasi Pangan Lokal Untuk Mendukung Ketahanan Pangan.* April:101–106.
- Sivakumar M, Sakthivel M, Chen SM, Pandi K, Chen TW, Yu MC. 2017. An electrochemical selective detection of nitrite sensor for polyaniline doped graphene oxide modified electrode. *Int J Electrochem Sci.* 12(6):4835–4846.
doi:10.20964/2017.06.24.
- Susilo H, Latif H, Ridwan Y. 2016. Penerapan Metode Pencucian dengan Air Mengalir Untuk Menurunkan Kadar Nitrit Pada Sarang Burung Walet (Application of Washing Method under Running Water to Reduce Nitrite Level of Edible Bird's Nest). *J Kedokt Hewan-Indones J Vet Sci.* 10(2):95–97.
doi:10.21157/j.ked.hewan.v10i2

- .5021.
- Thorburn C. 2015. The edible birds' nest boom in Indonesia and South-east Asia: A nested political ecology. *Food, Cult Soc.* 17(4):535–553. doi:10.2752/175174414X14006746101439.
- Utomo B, Widyaratri Y, Widyanto RM, Gizi J, Kedokteran F, Brawijaya U. 2018. Metode untuk Mempertahankan Kandungan Nitrit Sarang Burung Walet Selama Penyimpanan. 1 September:1–5.
- Yenil N, Yemiş F. 2018. Nitrite in nature: Determination with polymeric materials. *Pakistan J Anal Environ Chem.* 19(2):104–114. doi:10.21743/PJAEC/2018.12.11.
- Yulianti I, Sukainah A, Caronge MW. 2019. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian Volume 5 April Suplemen (2019): S251 – S261. 5:251–261.
- Zukefli SN, Chua LS, Rahmat Z. 2017. Protein Extraction and Identification by Gel Electrophoresis and Mass Spectrometry from Edible bird's Nest Samples. *Food Anal Methods.* 10(2):387–398. doi:10.1007/s12161-016-0590-7.