

**RESIDU LOGAM BERAT SUSU SAPI PERAH *FRIESIAN*
HOLSTEIN DENGAN PEMBERIAN UMMB YANG
DISUBSTITUSI SEMEN DENGAN TEPUNG TAPIOKA**

SKRIPSI

**RIO SAPUTRA
I011191093**



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**RESIDU LOGAM BERAT SUSU SAPI PERAH *FRIESIAN*
HOLSTEIN DENGAN PEMBERIAN UMMB YANG
DISUBSTITUSI SEMEN DENGAN TEPUNG TAPIOKA**

SKRIPSI

**RIO SAPUTRA
I011191093**

**Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Peternakan
pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RESIDU LOGAM BERAT SUSU SAPI PERAH *FRIESIAN* *HOLSTEIN* DENGAN PEMBERIAN UMMB YANG DISUBSTITUSI SEMEN DENGAN TEPUNG TAPIOKA

Oleh:

RIO SAPUTRA
I011191093

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk
dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program
Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 10 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

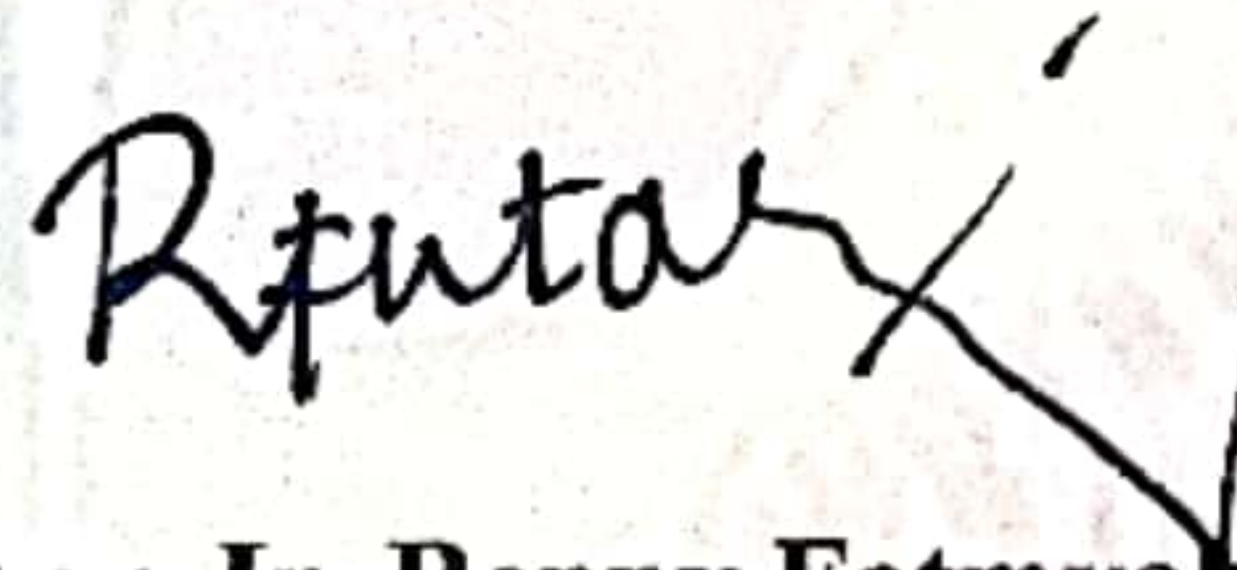
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,



Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.sc., IPU.
NIP. 19641231 198903 1 026



Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM.
NIP. 19720120 199803 2 001

Ketua Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin



Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM.
NIP. 19720120 199803 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Rio Saputra
NIM	: I011 19 1093
Program Studi	: Peternakan
Jenjang	: S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Residu Logam Berat Susu Sapi Perah *Friesian Holstein* dengan Pemberian UMMB yang Disubtitusi Semen dengan Tepung Tapioka

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Juli 2023

Yang Menyatakan



(Rio Saputra)

ABSTRAK

Rio Saputra. I011191093. Residu Logam Berat Susu Sapi Perah *Friesian Holstein* Dengan Pemberian UMMB Yang Disubstitusi Semen Dengan Tepung Tapioka. Pembimbing Utama: **Ambo Ako** dan Pembimbing Anggota: **Renny Fatmyah Utamy**

Urea Molasses Multi-Nutrient Block (UMMB) adalah suplemen pakan untuk sapi perah yang terdiri dari bahan pengisi dan perekat. Bahan perekat yang umum digunakan dalam pembuatan UMMB adalah semen. Namun, semen merupakan bahan anorganik yang diduga dapat menyebabkan residu logam berat pada produk susu yang dihasilkan. Tepung tapioka memiliki sifat perekat yang sama dengan semen dan diduga dapat menggantikan semen sebagai bahan perekat pada UMMB. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi semen dengan tepung tapioka sebagai bahan perekat pada UMMB terhadap residu logam berat seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) pada susu sapi perah *Friesian Holstein* (FH). Sebanyak 20 ekor sapi perah FH laktasi dibagi menjadi 5 kelompok pakan dalam rancangan acak lengkap. Setiap perlakuan terdiri dari 4 ekor sapi sebagai ulangan. Perlakuan terdiri dari UMMB dengan perekat semen 100% (P0); 75% semen dan 25% tepung tapioka (P1); 50% semen dan 50% tepung tapioka (P2); 25% semen dan 75% tepung tapioka (P3); dan 100% tepung tapioka (P4). Pb, Hg, dan Cd dalam susu diukur dengan metode AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap Pb dan Cd, sedangkan perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan Hg. Konsentrasi Pb dan Cd pada susu untuk semua perlakuan masing-masing berkisar antara 0,105 sampai 0,11 ppm dan 0,009 sampai 0,01 ppm. Residu Hg pada produk susu tidak ada. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa substitusi tepung tapioka diatas 50% dapat menyebabkan penurunan kadar logam berat Pb dan Cd, namun tidak menyebabkan penurunan kadar logam berat Hg pada susu sapi perah FH.

Kata Kunci: Urea Molases Multinutrien Blok, Logam Berat, Sapi Perah FH, Semen, Susu, Tepung Tapioka

ABSTRACT

Rio Saputra. I011191093. Heavy Metal Residue In Milk Of *Holstein Friesian* Dairy Cows Supplemented By Urea Molasses Multi-Nutrient Block Containing Cement Substituted By Tapioca Meal. Supervisor: **Ambo Ako** and Co-Supervisor: **Renny Fatmyah Utamy**

Urea Molasses Multi-Nutrient Block (UMMB) is a feed supplement for dairy cows that consists of fillers and adhesives. Cement is the most used in UMMB as an adhesive. However, cement consists of inorganic materials which can cause the precipitation of heavy metals in dairy products such as milk. Tapioca meal has the same adhesive character as cement and is thought to be able to substitute cement as an adhesive in UMMB. Therefore, the objective of this research was to determine the effect of cement substitution with tapioca meal as an adhesive in UMMB on heavy metal residues e.g., lead (Pb), cadmium (Cd), and mercury (Hg), in cow's milk. A total of 20 lactating *Holstein Friesian* dairy cows were divided into 5 dietary groups in a completely randomized design. Each treatment had 4 cows as replicates. The dietary treatments consisted of UMMB with 100% of cement adhesive (as P0); 75% of cement and 25% of tapioca meal (P1); 50% of cement and 50% of tapioca meal (P2); 25% of cement and 75% of tapioca meal (P3); and 100% of tapioca meal (P4). The Pb, Cd, and Hg in milk were measured with ASS method. The results revealed that the treatment had a significant ($P < 0.05$) effect on Pb, while it had no significant ($P > 0.05$) effect on Cd and Hg contents. The Pb and Cd concentrations in milk for all treatments ranged from 0.105 to 0.11 ppm and 0.009 to 0.01 ppm respectively. Hg residue in the milk yield did not exist. Therefore, it can be concluded that substituted tapioca meal to cement above 50% can decrease the level of Pb and Cd, even though it can not decrease the level of Hg in the milk of *Holstein Friesian* dairy cows.

Keywords: Urea Molasses Multinutrien Block, Heavy Metal, FH Dairy cow, cement, Milk, Tapioca meal

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan makalah hasil penelitian ini dengan segala keterbatasan. Shalawat serta salam tak lupa pula Penulis hanturkan kepada baginda nabi Muhammad SAW. Terima kasih terucap bagi segenap pihak yang telah meluangkan waktu, pemikiran dan tenaganya sehingga penyusunan makalah hasil penelitian ini selesai. Oleh sebab itu, Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M. Sc., IPU.** selaku pembimbing utama dan Ibu **Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr. IPM.** selaku pembimbing anggota, yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun makalah ini.
2. Bapak **Dr. Sutomo, S.Pt., M. Si** dan Ibu **Dr. Fatma, S. Pt., M. P** selaku dosen pembahas, yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk memberikan masukan dalam makalah ini.
3. **Sukarno** dan **Sugiyem** sebagai orang tua Penulis, yang selalu mendukung anaknya untuk terus melanjutkan kuliahnya dan belajar dengan benar untuk mencapai masa depan yang indah.
4. Terima kasih kepada saudari **Rika Nurwanti** yang telah menemani dan tak henti memberi nasehat dan masukan kepada Penulis.

5. Teman Seperjuangan **VASTCO-19, HIMAPROTEK-UH, dan AREA 594** terima kasih atas segala bantuannya dalam penyelesaian makalah ini.
6. Sahabat yang setia mendukung penulis, **Wahyu Djuddah, Monsal Pasapan, dan Visco Samudra Pakurung**. Terima kasih atas dukungan dan masukannya dalam penyusunan makalah ini.
7. Teman Tim Peneltian, **A. Arif Rahman, Siti Annisa Sukri, Rara Mufliha, Zyahrul Ramdhan, Tasya, A. Mutfaidah, Utlul Ilma Navia, Idewa Ayu Mahayani, dan Andi Fitri Nurbina**. Terima kasih atas segala waktu yang telah diluangkan dan bantuannya dalam penyusunan makalah ini.

Serta semua pihak yang turut membantu menyelesaikan makalah usulan penelitian yang tidak dapat saya sebut satu persatu. Semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi Penulis sendiri.

Makassar, 11 Juli 2023



Rio Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Lampiran	xii
PENDAHULUAN.....	1
TINJAUAN PUSTAKA	4
Sapi Perah Friesian Holstein.....	4
Pakan	5
Komposisi Kimiawi Susu Sapi FH.....	6
Kandungan Semen.....	7
Kandungan Tepung Tapioka.....	8
Efek Logam Timbal.....	8
Efek Logam Merkuri	10
Efek Logam Kadmium	11
METODE PENELITIAN.....	13
Waktu dan Tempat.....	13
Rancangan Penelitian.....	13
Prosedur Penelitian	14
Parameter yang Diamati	15
Analisis Data.....	16
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
Kadar Pb Pada Susu Sapi Perah FH	17
Kadar Hg Pada Susu Sapi Perah FH.....	18
Kadar Cd Pada Susu Sapi Perah FH.....	19
KESIMPULAN DAN SARAN.....	21
Kesimpulan.....	21
Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	26

BIODATA.....	30
--------------	----

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Komposisi Bahan Urea Multinutrien Molases Blok (UMMB).....	12
2. Kadar logam berat pada susu sapi perah FH.....	18

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian UMMB Hasil Substitusi Tepung Tapioka	13

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Hasil Analisis Statistik Kadar Timbal Pada Susu	26
2. Hasil Analisis Statistik Kadar Kadmium Pada Susu.....	28
3. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	29

PENDAHULUAN

Pakan ternak sapi terdiri atas hijauan (rumput-rumputan) dan konsentrat. Hijauan pakan ternak merupakan bahan pakan yang mengandung serat yang dibutuhkan oleh ternak untuk menjaga fungsi normal saluran pencernaan. Konsentrat adalah pakan yang mengandung nutrisi yang mudah dicerna dan dibutuhkan untuk mempercepat produktivitas. Pemberian pakan hanya berupa hijauan saja terkadang tidak cukup, sehingga perlu ditambahkan jenis pakan lain berupa konsentrat. Perbandingan hijauan dan konsentrat umumnya didasarkan kebutuhan sapi dan kemampuan peternak untuk menyediakan bahan tersebut (Gustiar dkk., 2014).

Selain itu, pakan tambahan atau *feed supplement* bermanfaat untuk melengkapi zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh ternak sehingga terdapat komposisi yang seimbang untuk memproduksi secara optimal. *Feed supplement* yang umumnya diberikan kepada ternak sapi perah adalah urea molases multinutrien block (UMMB). UMMB berbentuk padat dan kaya dengan zat-zat makanan yang dibuat dari bahan utama berupa molases (tetes tebu) sebagai sumber energi, pupuk urea sebagai sumber nitrogen (protein) dan bahan-bahan lain sebagai bahan pengisi (Ace, 2007). Komposisi UMMB terdiri dari bahan pengisi berupa dedak, mineral komersil, dan garam. Adapun bahan perekat berupa semen. Semen berfungsi untuk menjaga bentuk UMMB agar tidak hancur.

Semen merupakan salah satu komponen dalam formulasi UMMB yang digunakan sebagai bahan perekat untuk mengikat semua bahan. Sekitar 10–15% semen cukup untuk membuat UMMB menjadi keras (Yanuartono Dkk., 2019).

Meskipun semen sering digunakan sebagai bahan perekat pembuatan UMMB namun semen bukanlah bahan organik sehingga diduga dapat menyebabkan terjadinya residu kandungan bahan non organik terhadap produk ternak yang mengkonsumsi semen tersebut. Residu bahan non organik juga dapat berasal dari sumber air minum, pakan yang diberikan, dan kontaminasi dari proses pembuatan UMMB.

Secara umum komponen utama dalam pembuatan semen adalah oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3), dan oksida besi (Fe_2O_3). Selain itu semen juga mengandung oksida magnesium (MgO), oksida alkali (Na_2O dan K_2O), oksida titan (TiO_2), oksida fosfor (P_2O_5), serta gypsum atau kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Botahala, 2020). Selain itu, terdapat beberapa logam berat lain pada semen seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd). Pb banyak dihasilkan dari industri pembuatan semen, Hg dihasilkan dari proses pembakaran batu bara, dan Cd berasal dari batu kapur yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen.

Tepung tapioka berpotensi digunakan sebagai bahan perekat alami yang aman dalam pembuatan UMMB. Tepung tapioka dapat digunakan sebagai bahan perekat karena mengandung zat pati dalam bentuk karbohidrat pada umbi ketela pohon yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Tapioka apabila dibuat sebagai perekat mempunyai daya rekat yang tinggi dibandingkan dengan tepung-tepung jenis lain (Nuwa dan Prihanika, 2018). Maka dari itu tepung tapioka dapat digunakan sebagai bahan perekat dan dapat mensubstitusi penggunaan semen dalam proses pembuatan UMMB.

Substitusi semen dalam pembuatan UMMB diharapkan dapat mengurangi kemungkinan residu logam berat dari bahan perekat semen yang digunakan pada pembuatan UMMB. Semen bukanlah bahan organik dan sangat berbahaya bagi kesehatan apabila dikonsumsi. Sapi perah yang mengonsumsi UMMB dengan bahan perekat semen bisa saja terdapat residu logam berat pada susu yang dihasilkan. Hal inilah yang melatarbelakangi diaksanakannya penelitian mengenai Residu Logam Berat Pada Susu Sapi Perah *Friesian Holstein* (FH) Dengan Pemberian UMMB yang Disubstitusi Semen Dengan Tepung Tapioka.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi semen dengan tepung tapioka sebagai bahan perekat pada UMMB terhadap residu logam berat Pb, Hg, dan Cd pada susu sapi FH.

Kegunaan penelitian ini diharapkan mampu menjadi sumber informasi ilmiah bagi mahasiswa dan masyarakat untuk mengetahui pengaruh substitusi bahan perekat UMMB terhadap residu logam berat Pb, Hg, dan Cd pada susu sapi FH.

TINJAUAN PUSTAKA

Sapi Perah *Friesian Holstein*

Sapi perah merupakan ternak yang mampu menghasilkan produk susu sebagai produk utamanya. Sapi perah mulai diperkenalkan pada rakyat Indonesia pada zaman kolonialisasi Belanda di akhir abad ke-19 (Pasaribu dkk., 2015). Sapi perah yang banyak dipelihara di Indonesia adalah sapi perah *Friesian Holstein* (FH) karena produksi susunya yang tinggi dan memiliki kadar lemak yang relatif rendah.

Sapi FH berasal dari provinsi Friesland Barat dan Holland Utara yang beriklim sedang (*temperate*) dengan empat musim yaitu musim semi, musim panas, musim gugur dan musim dingin (Ratnasari dkk., 2019). Sapi perah mulai masuk ke Indonesia pada tahun 1890-an. Impor sapi perah besar-besaran pada tahun 1980-an menghasilkan perkembangan signifikan pada peternakan sapi perah di Indonesia (Firman, 2007).

Sapi FH umumnya berwarna hitam dan putih namun ada juga yang berwarna merah dan putih. Sapi FH memiliki jumlah produksi susu yang tinggi namun kadar lemaknya rendah. Ukuran badan, kecepatan pertumbuhan, dan karkasnya yang bagus menyebabkan sapi ini sangat bagus untuk tujuan produksi susu dan daging. Standar bobot badan sapi FH betina dewasa adalah 567 kg, pada umumnya sapi tersebut mencapai bobot 590–726 kg. Standar bobot badan pejantan adalah 816 kg dan pada umumnya sapi pejantan tersebut mencapai diatas 1 ton (Suriasih dkk, 2015).

Pakan

Pakan merupakan salah satu faktor penentu utama keberhasilan suatu usaha peternakan. Pakan bagi ternak berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok, produksi, dan reproduksi. Jenis pakan yang diberikan pada sapi perah dapat mempengaruhi produksi dan kualitas susu, serta dapat berpengaruh terhadap kesehatan sapi perah. Pakan untuk sapi perah yang laktasi terdiri atas sejumlah hijauan dan konsentrat. Peranan hijauan pakan menjadi lebih penting karena berpengaruh terhadap kadar lemak susu yang dihasilkan. Pemberian hijauan yang lebih banyak menyebabkan kadar lemak susu tinggi karena kadar lemak dalam susu tergantung dari kandungan serat kasar dalam pakan (Riski dkk., 2016). Untuk mendapat produktivitas ternak yang maksimal, pakan hijauan atau pakan berserat saja tidak akan cukup. Maka dari itu perlu diberikan pakan tambahan sebagai pelengkap.

Salah satu pakan tambahan ternak yang dapat diberikan ke ternak yaitu UMMB. UMMB merupakan bahan pakan ternak yang biasanya disebut sebagai permen ternak yang tersusun dari bahan seperti molases sebagai sumber energi, urea sebagai sumber nitrogen, dan bahan lain seperti garam, mineral mix, dan semen sebagai bahan perekat zat makanan serta bekatul dan dedak sebagai bahan pengisi yang mampu menyerap molases sebagai bahan utama penyusunnya (Nuningtyas, 2019).

Pemberian suplemen pakan seperti UMMB merupakan salah satu cara untuk menambahkan zat nutrisi pada ternak untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. UMMB bisa digunakan sebagai pakan suplemen untuk ternak ruminansia dengan kandungan urea yang tepat dalam meningkatkan konsentrasi

ammonia dalam rumen. Proses pembuatan UMMB lebih sederhana dan dalam penyusunan formula bisa dilakukan manipulasi bahan pakan yang sesuai dengan kebutuhan dan sumber daya pakan setempat. Pemakaian pakan lokal yang mengandung protein tinggi sebagai sumber protein di dalam UMMB dapat dilakukan dan dimanfaatkan dengan baik, untuk mengurangi biaya pakan (Firsoni dan Ansori, 2015).

Komposisi Kimiawi Susu Sapi FH

Susu merupakan cairan yang berasal dari ambing ternak perah sehat dan bersih yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Meutia dkk., 2016). Susu sangat baik bagi kesehatan dikarenakan kandungan vitamin dan mineral yang tinggi dan bermanfaat bagi tubuh (Oka dkk., 2017). Selama berabad-abad susu telah dikenal sebagai bahan pangan yang dibutuhkan oleh manusia, karena susu banyak mengandung semua komponen bahan yang diperlukan oleh manusia (Masruroh dkk., 2018). Air susu merupakan bahan pangan yang istimewa bagi manusia karena kelezatan dan komposisinya yang ideal, selain itu air susu mengandung semua zat yang dibutuhkan oleh tubuh, semua zat makanan yang terkandung di dalam air susu dapat diserap oleh darah dan dimanfaatkan oleh tubuh (Mahdiah, 2020).

Komposisi dalam susu terdiri atas air, kadar lemak, protein, karbohidrat, mineral, vitamin dan enzim (Sigit dkk., 2021). Pemberian pakan harus sesuai dengan bobot badan, kadar lemak susu dan produksi susunya, terutama bagi ternak sapi yang telah berproduksi. Batas maksimal cemaran logam berat pada susu segar untuk Indonesia ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional menjadi Standar Nasional Indonesia bernomor SNI 8984:2021. Batas maksimal

cemaran logam pada susu terdiri dari kandungan Pb maksimal 0,02 mg/kg, Cd maksimal 0,05 mg/kg, timah maksimal 40/2501 mg/kg, Hg maksimal 0,02 mg/kg, dan arsen maksimal 0.10 mg/kg

Kandungan Semen

Semen merupakan senyawa atau zat pengikat hidrolis yang terdiri dari senyawa C-S-H (Kalsium Silikat Hidrat) yang apabila bereaksi dengan air akan dapat mengikat bahan-bahan padat lainnya, membentuk satu kesatuan massa yang kompak. Semen dikalangan masyarakat digunakan sebagai bahan dasar sebuah konstruksi bangunan (Cahyono dkk., 2017).

Secara umum komponen utama dalam pembuatan semen adalah oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO₂), oksida alumina (Al₂O₃), dan oksida besi (Fe₂O₃). Selain itu semen juga mengandung oksida magnesium (MgO), oksida alkali (Na₂O dan K₂O), oksida titan (TiO₂), oksida fosfor (P₂O₅), serta gypsum atau kalsium sulfat (CaSO₄·2H₂O) (Botahala, 2020). Selain itu, terdapat beberapa logam berat lain pada semen seperti Pb, Hg, dan Cd. Cd banyak dihasilkan dari industri pembuatan semen, Hg dihasilkan dari proses pembakaran batu bara dan Cd berasal dari batu kapur yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen.

Semen merupakan komponen formulasi UMMB yang digunakan sebagai bahan perekat untuk mengikat semua bahan sebagai sumber kalsium/Ca. Penggunaan 10–15% semen akan membuat UMMB menjadi keras tapi membahayakan ternak (Dharmawati dkk., 2020). Penggunaan semen sebagai bahan perekat pada UMMB berpotensi menimbulkan residu logam berat berupa Pb, Hg, dan Cd.

Kandungan Tepung Tapioka

Tapioka adalah pati dengan bahan baku singkong dan merupakan salah satu bahan untuk keperluan industri makanan, farmasi, tekstil, perekat, dan lain-lain. Tapioka memiliki sifat-sifat fisik yang serupa dengan pati sagu, sehingga penggunaan keduanya dapat dipertukarkan. Tapioka sering digunakan untuk membuat makanan dan bahan perekat (Saleh, 2013).

Tepung tapioka adalah granula pati dari umbi ketela pohon yang kaya akan karbohidrat. Tepung tapioka mempunyai kandungan amilopektin yang tinggi sehingga mempunyai sifat tidak mudah menggumpal, mempunyai daya lekat yang tinggi, tidak mudah pecah atau rusak dan suhu gelatinisasinya relatif rendah antara 52–64°C. Kandungan gizi tepung tapioka per 100 g sampel adalah 362 kal, protein 0,59%, lemak 3,39%, air 12,9% dan karbohidrat 6,99% (Lekahena, 2016).

Tepung tapioka dapat digunakan sebagai bahan perekat karena mengandung zat pati dalam bentuk karbohidrat pada umbi ketela pohon yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Tapioka apabila dibuat sebagai perekat mempunyai daya rekat yang tinggi dibandingkan dengan tepung-tepung jenis lain (Nuwa dan Prihanika, 2018)

Efek Logam Timbal

Timbal (Pb) atau yang kita kenal sehari-hari dengan timah hitam dan dalam ilmiahnya dikenal dengan kata plumbum dan logam ini disimpulkan dengan Pb. Plumbum atau Pb termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV–A pada periodik unsur kimia. Timbal mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat (BA) 207,2 adalah suatu logam berat berwarna

kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C. Pada suhu 550–600°C, Pb menguap dan membentuk oksigen dalam udara membentuk timbal oksida. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah Pb (II). Walaupun bersifat lunak dan lentur, Pb sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam timah hitam dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Ardianto, 2005).

Timbal merupakan logam yang bersifat neurotoksin yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh ternak maupun manusia sehingga bahayanya dalam tubuh semakin meningkat. Timbal biasanya dianggap sebagai racun yang bersifat akumulatif dan akumulasinya tergantung dari level dalam tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pada ternak jika jumlah logam berat berada di atas ambang batas yang telah ditetapkan (Kuntoro dkk., 2012). Sumber alamiah Pb berasal dari penguapan lava, batu-batuan, tanah dan tumbuhan, namun kadar Pb dari sumber alamiah ini sangat rendah dibandingkan dengan Pb yang berasal dari pembuangan gas kendaraan bermotor (Ardillah, 2016).

Menurut Sari dan Lubis (2014) Pb mempengaruhi semua organ dan sistem. Efek klinis keracunan Pb pada sistem tubuh yaitu: 1) Sistem hematologi: Timbal menyebabkan anemia karena mengganggu biosintesis *heme* dan merusak membran sel eritrosit. Pada keracunan timbal yang kronis dapat dijumpai *basophilic stippling* pada pemeriksaan morfologi darah; 2) Sistem neurologis: penurunan *Intelligence Question* (IQ), gangguan efek kognitif, sakit kepala, kejang, ensefalopati, perubahan perilaku, meningkatnya edema serebral

dan tekanan intracranial; 3) Sistem ginjal: dijumpainya aminoasiduria, glikosuria, dan peningkatan ekskresi dari protein dengan berat molekul rendah, risiko nefropati dan gagal ginjal, dan juga dapat menginduksi terjadinya sindroma Fanconi; 4) Sistem gastrointestinal: sakit perut, muntah dan konstipasi (*lead colic syndrome*); 5) Sistem endokrin: memiliki tinggi badan lebih pendek dibanding anak sehat, didapati status pubertas yang terlambat; dan 6) Sistem kardiovaskular: peningkatan absorpsi Pb meski dalam kadar yang rendah, dan berhubungan signifikan dengan peningkatan tekanan darah saat dewasa.

Efek Logam Merkuri

Merkuri/raksa (Hg) adalah unsur logam yang sangat penting dalam teknologi di abad modern saat ini. Merkuri adalah unsur yang mempunyai nomor atom (NA=80) serta mempunyai massa molekul relatif (MR=200,59). Merkuri diberikan simbol kimia Hg yang merupakan singkatan yang berasal bahasa Yunani *Hydrargyricum*, yang berarti cairan perak (Hadi, 2013). Merkuri merupakan salah satu jenis logam berat yang termasuk kategori limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena dapat membahayakan makhluk hidup dan mencemari lingkungan (Rondonuwu, 2014).

Merkuri secara alami di perairan sangatlah sedikit. Merkuri berasal dari kegiatan gunung berapi, rembesan-rembesan air tanah yang melewati daerah yang mengandung Hg. Konsentrasi meningkat setelah manusia menggunakan Hg sebagai bahan industry. Komponen Hg banyak tersebar di karangkarang, tanah, udara, air, dan biota melalui proses-proses fisika, kimia dan biologi (Barus, 2017). Hg juga banyak dihasilkan dari industri semen yang berasal dari

bahan baku batu kapur yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan semen dan dapat berasal dari batu bara pada saat proses pembakaran klinker.

Merkuri umumnya memasuki tubuh dapat melalui udara, air atau makanan yang terserap dalam jumlah yang bervariasi. Sementara itu tubuh manusia tidak dapat mengolah bentuk-bentuk dari metil Hg sehingga Hg tetap berada dalam tubuh dalam waktu yang relatif lama dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Pemaparan Hg dalam waktu singkat pada kadar Hg yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan paru-paru, muntah, peningkatan tekanan darah dan denyut jantung (Prihantini dan Hutagalung, 2018).

Efek Logam Kadmium

Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang berwarna putih perak. Kadmium sering dipakai pada industri pelapisan logam, dan merupakan hasil akhir dalam industri pengolahan biji logam (Istarani dan Pandebesie, 2014). Kadmium adalah salah satu logam berat dengan penyebaran yang sangat luas di alam, logam ini bernomor atom 48 berat atom 112,40 dengan titik cair 321°C dan titik didih 765°C. Di alam Cd bersenyawa dengan belerang (S) (ZnS). Kadmium merupakan logam lunak (*ductile*) berwarna putih perak dan mudah teroksidasi oleh udara bebas dan gas amonia (Nur, 2013).

Kadmium banyak ditemukan dalam sedimen dasar dan partikel tersuspensi di perairan alami. Logam berat seperti Cd dapat mengendap di dasar perairan dan memiliki waktu tinggal (*residence time*) hingga ribuan tahun (Permana dkk., 2022). Kadmium digolongkan sebagai salah satu logam berat berprioritas tinggi menurut Environmental Protection Agency (EPA) Amerika

Serikat. Kadmium merupakan senyawa logam berat dengan tingkat toksisitas paling tinggi kedua (Ferdian dkk., 2020).

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Secara prinsipil pada konsentrasi rendah berefek terhadap gangguan pada paru, emphysema dan renal tubular disease yang kronis (Adhani dan Husaini, 2017).