Keanekaragaman
Sumber Pakan Alternativ
Untuk Ternak dan Pemanfaatan Limbah

PENYUNTING:
Prof.Dr.Ir. Hj. Adriani,M.Si
Dr.Ir. M. Afdal,M.Sc., M.Phil

PENERBIT:
Fakultas Peternakan
Universitas Jambi

Keanekaragaman Sumber Pakan Alternatif Untuk Pakan Ternak dan Pemanfaatan Limbah

PENYUNTING:

Prof.Dr.Ir. Hj. Adriani,M.Si

Dr.Ir. M. Afdal,M.Sc., M.Phil

PENERBIT:

Fakultas Peternakan

Universitas Jambi

Keanekaragaman Sumber Pakan Alternatif Untuk Pakan Ternak dan Pemanfaatan Limbah

ISBN: 978-602-50946-6-8

PENYUNTING : Prof. Dr. Ir. Hj. Adriani, MSi
Ir. M. Afdal, MSc., PhD

DESAIN SAMPUL dan TATA LETAK : Dr. Ir. Ardi Novra, MP
Yusuf Amirullah Luber

PENERBIT : Fakultas Peternakan Universitas Jambi

PENERBIT:

Fakultas Peternakan Universitas Jambi

Kampus UNJA Pinang Masak Jl. Jambi - Muaro Bulian KM. 15

Mendalo Indah - JAMBI 36361

Tel. 0741-582907

Fax. 0741-582907

Email: fapet@unja.ac.id

Cetakanpertama Desember 2020

Hak cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah kami ucapkan dengan selesainya penulisan buku dalam bab (*Chapter book*) degan judul "Keanekaragaman Teknologi Limbah Pertanian, Peternakan dan Lingkungan". Buku ini terdiri dari beberapa judul dari beberapa penulis dari berbagai bidang keilmuan yang masih saling berhubungan dengan rumpun ilmu-ilmu pertanian. Disamping itu, buku ini merupakan hasil karya nyata dari anggota tim peneliti dari Pusat Unggulan Ilmu dan Teknologi Perguruan Tinggi (PUI PT) Sustainable Integrated Farming System (SIFAS) Universitas Jambi. Buku ini terbit atas dukungan dana dari Universitas Jambi melalu Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Jambi. Buku ini diterbitkan dibawah penerbit Fakultas Peternakan Universitas Jambi.

Harapan dari buku ini adalah pengembangan keilmuan dan sumber informasi yang diharapkan dapat menjadi rujukan untuk penelitian pengembangan maupun terapan. Kemudian buku ini dapat menambah kazanah keilmuan dalam bidang pertanian secara umum dan pakan dan ilmu ternak secara khusus.

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan ini.Bak pepatah orang "Tidak ada gading yang tidak retak", dalam hal ini, kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan buku ini sangatlah diharapkan dari pembaca. Hanya Allah lah yang dapat membalas semua sumbang dan sarannya

Jambi, 5 Juli 2021

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI ii
BAB I 1
TANAMAN NIPAH (*Nypa fructicans*) SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA 1
Nipah 2
Pelepah Nipah 3
Sifat Sifat Fisik Nipah 4
Komposisi Kimia 6
1. Kecernaan *In vitro* 7
2. Analisis Van Soest dan in vitro 9
Potensi Pelepah Nipah 9
Nilai Manfaat Nipah 11
Teknik Pengolahan Pelepah Nipah 12
BAB II 18
INTEGRASI TANAMAN TERNAK (CROP LIVESTOCK SYSTEM) 18
Konsep Pertanian Berkelanjutan 21
Hubungan Tanaman Dan Ternak Dalam Crop Livestock System 23
Vegetasi Di Perkebunan Kelapa Sawit 28
BAB III 34
PENINGKATAN KARAKTERISTIK KARKAS DAN SIFAT-SIFAT DAGING KERBAU DAN SAPI DENGAN PEMBERIAN PAKAN YANG MENGANDUNG ASAM LEMAK TERPROTEKSI 34
Karakteristik Karkas 35
Kommponen Non Karkas 38
Komponen Karkas 39
Sifat-Sifat Daging 42
Kandungan Asam-Asam Lemak Daging 47
Sifat Sensori Daging Sapi Dan Kerbau 52
Komponen Volatil Daging Kerbau Dan Sapi 54
BAB IV 61
KOMPOS DARI LIMBAH PETERNAKAN DAN PERKEBUNAN MENGGUNAKAN STARTER STARBO-SFE 61
Model Pengembangan Usaha Kompos 63
1.Metode Pengomposan Menggunakan Bak Penampungan 64

2. Metode Pengomposan dengan Pengeringan Bahan Kompos 65
3. Metode Pengomposan Sistem Lapis atau Diaduk.....66
Proses Pengomposan.....67
Starter Starbo-Afe 72
Starbo-AFE Minggu Pertama.....74
Starbo-AFE Umur 4 Minggu.....76
Starbo-AFE Umur 8 Minggu.....76
Starbo-AFE Umur 12 Minggu.....77
Starbo-AFE Umur 16 Minggu.....77
BAB V.....82
TRICHOKOMPOS BERBASIS FESES SAPI POTONG DAN LIMBAH BATANG PISANG (TRICHOKPOMPS FLBP) SEBAGAI SUMBER PUPUK ORGANIK UNTUK MEWUJUDKAN "ECO-TECHNO FARMIMG SYSTEM".....82
Trichokompos FLBP 83
Formula Trichokompos FLBP.....83
Teknik Pengolahan Trichokompos FLBP 84
Uji Kimia Dan Biologis Trichokompos FLBP 85
Uji Fisis Trichokompos FLBP 85
III. Dampak Aplikasi Trichokompos FLBP Pada Tanaman Jagung Manis *(Zea mays Saccharata Sturl*.....86
Daya Tumbuh 86
Berat Tongkol Berkelobot Dari Jagung Manis *(Zea mays* L.Sacc) 87
Produksi Jagung Manis (Zea mays L.Sacc) Berklobot 89
Produksi Limbah Jagung Manis (Zea mays L.Sacc) 90
BAB VI 93
TEKNOLOGI PRODUKSI TRYCHOKOMPOS INSITU (PUPUK ORGANIC PADAT) .93
7.1. Infrastrutkur Bangunan dan Peralatan 93
7.2. Proses Pengolahan Trychokompos Insitu.....95
7.3. Karakteristik dan Kualitas Trychokompos In-situ.....98
TEKNOLOGI PRODUKSI BIOURIN A PLUS (PUPUK ORGANIK CAIR).....99
8.1. Instalasi Pengolahan Limbah Cair 101
8.1.2. Instalasi dengan Menara 101
8.1.2. Instalasi Aerasi Tanpa Menara.....104
8.2. Proses Pengolahan Limbah Cair 105
BAB VII 111
EMISI GAS RUMAH KACA DARI SEKTOR PETERNAKAN 111

Produksi Metana Dari Kotoran Ternak 114
Emisi Ch4 Dari Kotoran Ternak 115
Metan (Ch4) Dari Fermentasi Enterik 117
Emisi Gas CH_4 Dan N_2O 118

BAB I

TANAMAN NIPAH (*Nypa fructicans*) SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA

M. Afdal, Teja Kaswari, Saitul Fakhri, Heni Suryani
Fakultas Peternakan Universitas Jambi

RINGKASAN

Peningkatan produktivitas ternak ruminansia sangat tergantung dari ketersediaan pakan di wilayah dimana ternak tersebut berada. Di daerah pasang surut seperti di Kabupaten Tanjung Jabung Timur yang sebagian wilayahnya mempunyai ketinggian diatas permukaan laut yang rendah (1-2 m dpl) mempunyai kendala ketersediaan rumput yang berkualitas dan kontinyu. Hal ini disebabkan tingkat kesuburannya tanah yang rendah di wilayah tersebut. Oleh karena, untuk menjamin peningkatan produktivitas ternak ruminansia di wilayah ini, diperlukan usaha untuk mencari alternatif pakan lain diluar pakan konvensional. Tanaman Nipah adalah salah satu komoditas hutan mangrove yang dapat digunakan sebagai alternatif pakan ternak ruminansia. Bagian bagian dari tanaman Nipah yang terdiri dari pelepah, buah nipah dan serat buah nipah berpotensi digunakan sebagai pakan ternak ruminansia. Hasil penelitian Tamunaidu dan Saka(2011) menunjukkan bahwa kandungan sellulosa pelepah nipah relatif tinggi akan tetapi mempunyai kandungan protein yang sangat rendah. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap kualitas nutrisi pelepah Nipah, buah Nipah dan serat Nipah dengan melakukan analisis Proksimat dan Van Soest. Untuk melihat karakteristik degradasi pelepah Nipah di dalam rumen ternak ruminansia dilakukan dengan menggunakan teknik *in vitro*, sehingga di dapatkan informasi seberapa jauh pelepah Nipah dapat bermanfaat sebagai sumber pakan ternak ruminansia dan kemungkinan suplementasi pakan lain untuk meningkatkan nilai manfaat pelepah Nipah.

PENDAHULUAN

Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) adalah tanaman hutan, termasuk keluarga *palmae*, yang hidup di pesisir muara pantai tempat dimana bertemu antara air sungai dan laut(Hossain and Islam, 2015). Berbeda dengan keluarga *palmae* lainnya, Nipah tidak mempunyai ‘batang’ sejati, sehingga yang terlihat adalah tegakan dari pelepah yang tumbuh dari akar akar tanaman atau rimpang(Tsuji et al., 2011). Menurut Hossain dan Islam(2015) tanaman ini berasal dari Asia kemudian menyebar ke Eropah, Afrika dan Amerika dan merupakan tanaman hutan Mangrove penting wilayah tropis Indo-Pasifik bagian barat. Di Indonesia, luas tanaman Nipah berkisar 700.000 hektar yang tersebar di mulai dari ujung barat hingga timur dan merupakan hutan Nipah terbesar di dunia setelah Brazil (Kehati, 2017 dalam Heriyantoet al. (2011). Di Propinsi Jambi, luas hutan Nipah tersebar sebagian besar di Kabupaten Tanjung Jabung Timur di wilayah Nipah Panjang, Sadu, Mendahara Ilir dan

Sabak Barat dengan perkiraan luas hutan sebesar 1000 Ha (BPS, 2016). Pemanfaatan Nipah hingga saat ini adalah sebagai bahan untuk atap rumah (Hossain and Islam, 2015), pembuatan bahan bakar ethanol (Tamunaidu et al., 2013) dansumber pangan (Heriyanto et al., 2011; Ulyarti, et al. 2017). Kajian tentang pemanfaatan tanaman Nipah sebagai pakan ternak hingga saat ini relatif sangat sedikit. Khalil dan Hidayat (2006) melaporkan bahwa buah nipah berpotensi digunakan sebagai pakan ternakkarena mempunyai kandungan protein kasar yang tinggi (17%) dan juga serat kasar yang sangat tinggi (56%).Ulyarti, et al. (2017) melaporkan bahwa kandungan lemak pada buah Nipah yang telah diolah menjadi tepung sangat rendah sedangkan kandungan seratnya sangat tinggi sehingga tepung buah Nipah berpotensi digunakan sebagai pangan fungsional bagi manusia.

Pelepah nipah, sebagaimana pelepah dari *family palmae* lainnya dapat digunakan sebagai alternatif sumber pakan ternak ruminansia. Hal ini disebabkan karena kandungan fraksi serat yang tinggi (Negesse et al., 2009; Tamunaidu and Saka, 2011a). Sampai saat ini belum ada laporan tentang pemanfaatan pelepah Nipah sebagai pakan ternak ruminansia. Merujuk dari hasil penelitian tentang pelepah sawit yang cukup banyak (Abdullah and Sulaiman, 2013; Hassan et al., 1994; Pangestu et al., 2009; Rahman et al., 2011) maka pelepah Nipah mempunyai potensi digunakan sebagai pakan ternak. Hasil penelitian Tamunaidu dan Saka (2011a)menunjukkan bahwa bahwa pelepah Nipah mempunyai komposisi kimia biomasa yang relative sama dengan pelepah sawit (serat, protein kasar) meskipun ada perbedaan yang sangat tajam antara keduanya (abu, lignin).

Oleh karena itu, secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari sifat sifat fisik dan kimia serta mengetahui nilai degradasi fraksi serat komponen Nipah dalam rumen, sehingga diketahui seberapa besar nilai manfaat dari komponen tersebut jika digunakan dalam ransum ternak ruminansia. Pemahaman terhadap hasil penelitian ini akan membuka peluang dikembangkannya lebih jauh peternakan ruminansia di daerah pasang surut yang memiliki keterbatasan dalam penyediaan pakan ternak.

Nipah

Tanaman Nipah (*Nypa fructans* Wurmb) adalah tanaman dari keluarga *Palmae* yang tumbuh di daerah pasang surut di bagian muara. Berbeda dengan tanaman palmae lainnya, Nipah merupakan tanaman yang tidak mempunyai batang, yang terlihat seperti batang adalah pelepah tanaman yang menjulang keatas yang berasal dari rimpang yang tertanam di dalam tanah atau lumpur (Hossain and Islam, 2015). Nipah merupakan tumbuhan asli dari pesisirSamudera Hindia bagian timur dan juga Samudera Pasifik bagian barat laut. Pohon

nipah tersebar mulai dari Sri Lanka, Brunei Darussalam, Bangladesh, China, India, Jepang, Indonesia, Thailand, Kamboja, Myanmar, Singapura, Malaysia dan Vietnam. Di Indonesia tanaman Nipah dikenal dengan nama yang berbeda, di Jawa dan Bali, tanaman ini dikenal dengan nama*buyuk*, sedangkan di Sunda dikenal dengan nama *daon* atau *daonan*, di Manado dikenal dengan nama *bobo* atau *boboro* (Wikipedia, 2017). Berbeda dengan pohon kelapa, nipah memiliki batang yang menjalar di tanah dan membentuk rimpang yang terendam lumpur. Pohon nipah tampak seperti tidak memiliki batang, sebab hanya daun dari pohon nipah yang muncul di atas tanah(Rozainah and Aslezaeim, 2010).Seperti pada jenis pohon yang termasuk ke dalam famili Palmae lainnya, rimpang dari pohon palem tumbuh daun majemuk dengan tinggi mencapai 9 meter dan tangkai daun berukuran 1 sampai 1,5 meter. Daun dari pohon nipah yang masih muda berwarna kuning, sedangkan daun yang sudah tua berwarna hijau. Nipah memiliki buah yang berbentuk bulat telur dan gepeng dengan 2 sampai 3 rusuk dan berwarna coklat agak kemerahan. Panjang buah nipah kurang lebih 13 cm dengan lebar sekitar 11 cm. Buah nipah berkelompok membentuk bola dengan diameter 30 cm. Umumnya dalam satu tandan, terdapat 30 sampai 50 butir buah nipah.Nipah memiliki bunga majemuk yang muncul dari ketiak daun, dengan bunga jantan tersusun dalam malai dan bunga betina terkumpul di ujung yang membentuk bola (Tsuji et al., 2011).

Pelepah Nipah

Seperti tanaman dari keluarga Palmae, pelepah Nipah mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pelepah kelapa, pelepah sawit dan aren. Perbedaan yang mencolok adalah tidak adanya pokok batang, sehingga yang dimaksud dengan pelepah pada Nipah adalah bagian Petiole dari tanaman yang menjorok keluar dari tanah (Tsuji et al., 2011). Pelepah Nipah mempunyai fungsi yang penting bagi masyarakat yang hidup di daerah pasang surut. Salah

satu manfaat ekonomis pelepah Nipah adalah sebagai bahan untuk membuat atap rumah. Menurut (Hossain and Islam, 2015) di Bangladesh, hampir semua bagian dari pohon Nipah dapat dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga. Pelepah Nipah di Bangladesh selain digunakan untuk atap rumah, juga dimanfaatkan untuk pagar rumah, linting rokok dan kayu bakar. Di Propinsi Jambi, sebagian besar atap Nipah yang dijual berasal dari Kecamatan Nipah Panjang. Pembuatan atap dari pelepah Nipah menyisakan pelepah (*petiole*) yang kadangkala di gunakan sebagai bahan bakar. Akan tetapi seiring dengan berjalannya waktu, masyarakat tidak lagi menggunakan pelepah Nipah kering sebagai kayu bakar, sehingga pelepah tersebut dibiarkan melapuk dan terbuang. Pelepah Nipah dapat digunakan sebagai pakan ternak ruminansia. Hasil penelitian (Tamunaidu and Saka, 2011) menyatakan bahwa

kandungan sellulosa yang paling banyak adalah pada bagian luar buah nipah (45.65), pelepah (35.1%), daun nipah (28.9%). Sedangkan kandungan protein paling tinggi di daun (3%) dan yang paling rendah ada di buah (0.8%). Yang menarik dari hasil penelitian (Tamunaidu and Saka, 2011) adalah kandungan hemiselulosa pada pelepah paling tinggi dibandingkan dengan bagian bagian lain (25% – 26%). Dengan kandungan selulosa dan hemiselulosa yang relative tinggi, diduga pelepah Nipah dapat digunakan secara terbatas dalam ransum ternak ruminansia.

Pemanfatan bagian dari pohon Nipah untuk pakan ternak sangat terbatas dijumpai. Hasil penelitian Heriyanto et al. (2011) menunjukkan bahwa buah nipah dapat dijadikan tepung untuk digunakan sebagai sumber bahan makanan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rata rata berat 100 daging buah Nipah adalah 3.5 kg dan dari jumlah tersebut dihasilkan tepung Nipah sebanyak 46.4% sehingga dalam 1 hektar pohon Nipah dapat dihasilkan tepung Nipah sebanyak 1.19 ton. Tepung Nipah mempunyai kandungan gizi yang relative lebih baik dimana kandungan protein kasar (8.54%), serat kasar (22.1%), lemak (0.08%) dan BETN (53,9%).

Penggunaan lain dari Nipah adalah pembuatan gula yang diperoleh dari buah Nipah yang disadap airnya. Hampir semua wilayah dimana tersebar pohon Nipah, masyarakat telah mengenal bahan ini. Di air dari sadapan ini digunakan sebagai minuman (Hossain and Islam, 2015) juga dapat dijadikan sebagai obat (Setyawan and Winarno, 2006).

Sifat Sifat Fisik Nipah

Morfologi dari pelepah nipah yang dikoeksi dari daerah Geragai dan Nipah Panjang dapat dilihat pada Tabel 1. Morfologi dari pelepah nipah ini meliputi berat pelepah, berat daun, panjang pelepah, panjang dan jumlah daun perpelepah tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan dalam hal berat pelepah dan berat daun.

Seperti Table 1, berat peleph dan berat daun dari nipah yang tumbuh di daerah pengamatan Geragai mewakili daerah pasang surut dan Nipah Panjang mewakili daerah pantai tidak lah berbeda nyata. Namun, berat pelepah dan berat daun di Nipah Panjang sedikit lebih berat dari pada berat pelepah dan berat daun di Geragai. Berat pelepah di Geragai dalam kisaran 5.47 ± 4.05 kg dan di Nipah panjang dalam kisaran 9.18 ± 4.11 kg(Afdal et al (2020). Fenomena ini mungkin karena pengaruh lebih asinnya tanah di Nipah Panjang sebagai daerah pantai. Kegaraman (Salinitas) mempengaruhi sruktur turgor tanaman sebagai contoh akan mempercepat lignifikasi akar tanaman (Haryadi dan Yahya

1998). Rhodes dan Nadolska-Orczyk (2001) menambahkan bahwa salinitas dan defisit air mempengaruhi pengaturan osmotikdan selanjutnya then membatasi dehidrasi dan mempermudah perawatan turgor. Diperhatikan perubahan-perubahan ini mungkin mempengaruhi morfologi tanaman. Tamunaidu dan Saka (2011) melaporkan bahwa ion natrium (Na+ ion berkontribusi sampai 2% dari berat pelepahdan 0.4% dari berat daun (*pinnae*).

Tabel 1. Morfologi pelepah di KabupatenTanjung Jabung Timur

No	Morfologi	Geragai	Nipah Panjang	p (t test)
1	Berat pelepah (kg)	5.47±4.05	9.18±4.11	0.1461
2	Berat daun (kg)	2.04±0.74	2.10±0.13	0.8522
3	Panjang pelepah (m)	5.25±1.67	7.38±0.55	0.0138
4	Panjang dari pangkal pelepah ke daun pertama (m)	0.80±0.46	1.46±0.42	0.0257
5	Jumlah daun(helai)	120.67±13.74	66.17±5.81	< 0.0001
6	Jumlah buah dalam satu tandan	73.33±7.76	28.58±11.67	0.0005

Seperti Table 1, berat peleph dan berat daun dari nipah yang tumbuh di daerah pengamatan Geragai mewakili daerah pasang surut dan Nipah Panjang mewakili daerah pantai tidak lah berbeda nyata. Namun, berat pelepah dan berat daun di Nipah Panjang sedikit lebih berat dari pada berat pelepah dan berat daun di Geragai. Berat pelepah di Geragai dalam kisaran 5.47 ± 4.05 kg dan di Nipah panjang dalam kisaran 9.18 ± 4.11 kg(Afdal et al (2020). Fenomena ini mungkin karena pengaruh lebih asinnya tanah di Nipah Panjang sebagai daerah pantai. Kegaraman (Salinitas) mempengaruhi sruktur turgor tanaman sebagai contoh akan mempercepat lignifikasi akar tanaman (Haryadi dan Yahya 1998). Rhodes dan Nadolska-Orczyk (2001) menambahkan bahwa salinitas dan defisit air mempengaruhi pengaturan osmotikdan selanjutnya then membatasi dehidrasi dan mempermudah perawatan turgor. Diperhatikan perubahan-perubahan ini mungkin mempengaruhi morfologi tanaman. Tamunaidu dan Saka (2011) melaporkan bahwa ion natrium (Na+ ion berkontribusi sampai 2% dari berat pelepahdan 0.4% dari berat daun (*pinnae*).

Panjang pelepah dan panjang dari pangkal ke daun pertama dari nipah berbeda signifikan antara sampel dari Geragai dan Nipah Panjang (Table 1). Panjang pelepah nipah di Geragai dalam kisaran 5.25 ± 1.67 m dan di Nipah panjang dalam kisaran 7.38 ± 0.55 m sementara panjang dari pangkal ke daun pertama adalah 0.80 ± 0.46 m di Geragai dan 1.46 ± 0.42 m di Nipah Panjang (Afdal et al, 2020). Panjang pelepah dari hasil penelitian Afdal

(2020) ini lebih pendek dari yang diobservasi oleh Teo et al. (2010) yang melaporkan bahwapelepah nipah dapat tumbuh sampai tinggi 10 m. Mantiquilla et al. (2019) menyatakan bahwapanjang pelepah nipah antara 5 dan 9 m panjangnyadankurang dari 12 pelepah (pinnate leaves)pada setiap batang. Panjang pelepah dan panjang dari panggkal ke daun pertamamerupakan indikator dari laju pertumbuhan nipah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwapelepah terlihat lebih panjang di Nipah Panjang daerah yang tinggi salinitasnya kalau dibandingkan dengan Geragai daerah yang rendah salinitasnya. Kemungknan bahwa laju pertumbuhan nipah dipengaruhi oleh salinitas tanahdiman tumbuhnya nipah. Hasi penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Hutahaean et al. (1999) yang menemui bahwa laju pertumbuhan beberapa spesies tanaman bakau terjadi saat di daerah tanah rendah salinitas.

Jumlah daun dalam satu pelepah dan jumlah buah dalam satu tandan sangat berbeda nyata diantara tanaman nipah yang hidup di Geragai dan Nipah Panjang. Jumlah daun per pelepah di daerah pasang surut Geragai hampir dua kali lipat dari Nipah Panjang. Ini mungkinkarena perbedaan-perbedaansalinitas tanah diantara kedua tempat. Geragai merupakan daerah pasang surutdimana kondisi air yang selalu berubahtergantung dari pasang dari laut, Sementara Nipah Panjang merupakan daerah pantai dimana air selalu asin. Kondisi ini mungkin mempengaruhi salinitas tanah, dan selanjutnya mempengaruhipertumbuhan pohon nipah. Penelitian mengenai pengaruh salinitas tanah terhadap morfologi nipah yang lebih intensif masih diperlukan. Beberapa laporan menyatakan bahwa peningkatan salinitas mempengaruhi morfologi tanaman (Arunothai and Brix 2009; Chartzoulakis 2005). Fakta, peningkatan salinitas telah menunjukkan bahwa pengaruh area daun*Echium amoenum* Fisch. & Mey (Elham et al. 2011), sehingga jumlah daun dan jumlah buah pertandanmungkin memberikan pengaruh yang sama.

Komposisi Kimia

Tabel 2 menunjukkan komposisi kimia dari daun nipah dan pelepah nipah dari kedua daerah. Data ini meliputi komposisi abu, lemak, protein kasar (PK), serat kasar (SK), *acid detergent fiber* (ADF), dan *neutral detergent fiber* (NDF). Kandungan abu daun nipah secara berurutan adalah 7.23% dan 6.15% di Geragai dan Nipah Panjang , sementara kandungan abu keseluruhan pelepah nipah secara berurutan adalah 7.24% dan 4.76%. Hasil-hasil penelitian ini lebih tinggi dari pada penelitian sebelumnya; kandungan abu pelepah nipah di Nigeria adalah 4.06% (Akpakpan et al. 2012). Tingginya kandungan abu diinginkan karena itu merupakan cadangan bagus material garam. Garam nipah dapat diproduksi dari bagian

empulur pelepah nipah tua (Subiandono et al. 2011). Kandungan lemak dari pelepah nipah agak rendah, kandungan PK rendah dan kandungan SK cukup tinggi. Berdasarkan komposisi kimia termasuk dimana rendah PK dan tinggi SK maka nipah cukup potensi untuk digunakan sebagai cadangan pakan ternak ruminansia, kerena ternak ini biasanya mampu memanfaatkan atau mencernaserat di dalam rumen. Namun demikian kandungan mineral yang tinggi dari pelepah nipah seharusnya dipertimbangkan dalam penyusunan ransum. Beberapa penelitian melaporkan bahwakandungan serat dalam ransum termasuk NDF, ADF, sellulosa, dan hemisellulosa, merupakan sebuah faktor krusial untuk ternak ruminan (Alsersy et al. 2015; Harper dan McNeill 2015; Jung dan Phillips 2010; Girard dan Dupuis 1988).

Tabel 2. Komposisi kimia nipah *Nypa* di Kabupaten Tanjung Timur

Nutrisi	**Daun**		**Pelepah**	
	Geragai	**Nipah Panjang**	**Geragai**	**Nipah Panjang**
Bahan Kering (%)	92.25	92.91	90.83	89.66
Abu (%)	7.23	6.15	7.24	4.76
Lemak (%)	2.93	1.94	1.56	5.24
Protein Kasar (%)	5.85	4.82	3.07	6.14
Serat Kasar (%)	28.40	23.15	31.53	25.83
ADF (%)	42.72	50.48	46.42	49.1
NDF (%)	53.42	50.95	62.00	63.57

ADF: *acid detergent fibre* NDF: *neutral detergent fibre*

1. Kecernaan *In vitro*

Kecernaan *in vitro* BK dan BO daun dan pelepah nipah dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan yang tidak signifikan (P > 0.05) pada kecernaan *in vitro* BK dan BO daun dan pelepah nipah dari sampel yang di Geragai dan Nipah Panjang

Tabel 3. Kecernaan BK dan BO dan produksi gas daun dan pelepah nipah di Geragai dan Nipah Panjang

	Geragai	**Nipah Panjang**	**p (t test)**
Penelitian *In vitro*			
Pelepah			
Kecernaan BK (%)	26.71±3.21	28.26±3.87	0.5606
Kecernaan BO (%)	25.01±3.19	26.48±3.86	0.5769
Daun			
Kecernaan BK (%)	25.15±1.84	23.28±2.99	0.9869
Kecernaan BO (%)	23.38±1.84	21.50±2.97	0.9650
Produksi Gas			
Daun (ml/g)	27.34±1.32	10.69±2.39	<0.0001
Pelepah (ml/g)	42.42±5.77	8.00±3.55	<0.0001

Kecernaan BK pelepah nipah adalah antara 26.71% dan 28.26%, sementara kecernaan BO berkisar antara 25.01% dan 26.48%. Nipah merupakan tanaman sumber pakan penting belum termanfaatkan yang tumbuh di Indonesia, belum banyan referensi ilmiah sebagai acuan.

Namun demikian, komposisi kimia dan karakteristik pelepah nipah hampir sama dengan pelepah kelapa sawit sehingga hasil-hasil penelitian ini dibandingkan dengan kelapa sawit sebagai referensi. Kecernaan potensial pelepah nipah lebih signifikan rendah ($P < 0.01$) dari pada kecernaan potensial pelepah sawit (Abdalla 2001). Sebaliknya, kecernaan pelepah nipahlebih tinggi dari pada kecernaan BK dan BO dari fermentasi pelepah sawit (Wajizah et al., 2015). Mereka melaporkan bahwakecernaan BK dari fermentasi pelepah sawit adalah 20.95-25.23%, sementara kecernaan BO adalah 17.21-17.88%. kecernaan BK atau BO mungkin dipengaruhi oleh kandungan ADF pelepah nipah. Kualitas hijauan juga tergantung kepada kandungan SK, dan ADF membatasi kecernaan hijauan (Linn dan Carla 1997). Sehingga, kecernaan BK dan BO dari daun dan pelepah kedua tempat Nipah Panjang dan Geragai tergantung kepada kandungan ADF daun dan pelepah nipah di area-area ini

Produksi gas *in vitro* dari daun dan pelepah nipah dapat dilah pada Tabel 3. Total produksi gas dari inkubasi dari daun dan pelepah sangat signifikan berbeda ($P < 0.01$) diantara sampel-sampel yang diambil di Geragai dan Nipah Panjang. Total produksi gas dari sampel daun dan pelepah nipah sangat lebih rendah dari sampel Nipah Panjang kalau dibandingkan denagn sampel yang dari Geragai. Informasi ilmiah mengenai produksi gas nipah sangat terbatas, sehingga produksi gas dari pelepah sawit digunakan sebagai pembanding. Hasil penelitian tentang total produksi gas di Malaysia adalah 163.5 and 147.5 mL/g secara berurutan untuk daun dan pelepah sawit (Islam et al. 2000). Laporan lain menunjukkan bahwa total produksi gas dari empulur pelepah sawit adalah 90.76 mL/g (Suryadi et a. 2009). Produksi gas dari daun dan pelepah nipah pada penelitian ini lebih rendah dari pada lower hasil-hasil dari pelepah sawit. Hasil ini berindikasi lebih rendahnya aktifitas fermentasi pada nipah dibandingkan dengan kelapa sawit. Lebih dalam lagi, produksi gas dari daun dan pelepah pada sampel dari Geragai terlihat lebih tinggi dari pada sampel nipah dari Nipah Panjang, ini berkemungkinan oleh karena pengaruh lingkungan yang berbeda.

Dapat disimpulkan bahwa komposisi kimia daun dan pelepah nipah hampir sama dengan komposisi kimia pelepah sawit. Tambahan lagi kecernaan BK dan BO, seperti juga pada

produksi gas *in vitro* dari daun dan pelepah nipah adalah sama dengan pelepah sawit. Selanjutnya, daun dan pelepah nipah berpotensi sebagai pakan alternatif untuk ternak ruminansia.

2. Analisis Van Soest dan in vitro

Komponen fraksi serat dapat diketahui melalui kandungan NDF, ADF, Selulosa dan hemiseslulosa pada bahan ataupun lignin (Van soest, 1963). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan penelitian *in vitro* adalah larutan penyangga, suhu fermentasi, derajat keasaman (pH) yang optimum, sumber inokulum, periode fermentasi, mengakhiri fermentasi dan prosedur analisis. Beberapa parameter yang dapat diukur melalui teknik *in vitro* adalah kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik, produksi VFA total dan parsial, N-NH_3 dan protein total. Kecernaan suatu bahan pakan sangat penting diketahui karena dapat digunakan untuk menentukan nilai atau mutu suatu bahan pakan. Bahan kering suatu bahan pakan terdiri atas senyawa nitrogen, karbohidrat, lemak dan vitamin. Bahan kering pakan dihitung sebagai selisih antara 100% bahan segar dengan kadar air (Tillman *et al*., 1998). Kecernaan suatu bahan pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain komposisi kimia bahan pakan, komposisi ransum, bentuk fisik ransum, tingkat pemberian pakan dan faktor yang berasal dari ternak itu sendiri (Tillman *et al*., 1998).

Kelebihan teknik *in vitro* diantaranya adalah degradasi dan fermentasi pakan terjadi di dalam rumen dapat diukur secara cepat dalam waktu relatif singkat, biaya ringan, jumlah sampel yang dievaluasi lebih banyak dan kondisi terkontrol (Church dan Pond, 1988). Salah satu kelemahan dari teknik *in vitro* diantaranya populasi bakteri dalam tabung fermentor selama masa pengukuran atau masa inkubasi sulit terjaga. Sistem *in vitro* dapat digunakan untuk menguji hipotesis dan mekanismenya, namun peneiltian secara *in vivo* penting untuk mengkonfirmasi hasilnya (Dewhurst *et al*., 2000).

Potensi Pelepah Nipah

Tanaman Nipah (*Nypa fructans* Wurmb) adalah tanaman dari keluarga *Palmae* yang tumbuh di daerah pasang surut di bagian muara. Berbeda dengantanaman palmae lainnya, Nipah merupakan tanaman yang tidak mempunyai batang, yang terlihat seperti batang adalah pelepah tanaman yang menjulang keatas yang berasal dari rimpang yang tertanam di dalam tanah atau lumpur (Hossain and Islam, 2015). Berbeda dengan pohon kelapa, nipah memiliki batang yang menjalar di tanah dan membentuk rimpang yang terendam

lumpur. Pohon nipah tampak seperti tidak memiliki batang, sebab hanya daun dari pohon nipah yang muncul di atas tanah (Rozainah and Aslezaeim, 2010).

Pelepah Nipah Seperti tanaman dari keluarga Palmae, pelepah Nipah mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pelepah kelapa, pelepah sawit dan aren. Perbedaan yang mencolok adalah tidak adanya pokok batang, sehingga yang dimaksud dengan pelepah pada Nipah adalah bagian Petiole dari tanaman yang menjorok keluar dari tanah (Tsuji et al., 2011). Pelepah Nipah mempunyai fungsi yang penting bagi masyarakat yang hidup di daerah pasang surut. Salah satu manfaat ekonomis.

Pelepah Nipah adalah sebagai bahan untuk membuat atap rumah. Menurut (Hossain and Islam, 2015) di Bangladesh, hampir semua bagian dari pohon Nipah dapat dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga. Pelepah Nipah di Bangladesh selain digunakan untuk atap rumah, juga dimanfaatkan untuk pagar rumah, linting rokok dan kayu bakar. Di Propinsi Jambi, sebagian besar atap Nipah yang dijual berasal dari Kecamatan Nipah Panjang. Pembuatan atap dari pelepah Nipah menyisakan pelepah (*petiole*) yang kadangkala di gunakan sebagai bahan bakar. Akan tetapi seiring dengan berjalannya waktu, masyarakat tidak lagi menggunakan pelepah Nipah kering sebagai kayu bakar, sehingga pelepah tersebut dibiarkan melapuk dan terbuang. Pelepah Nipah dapat digunakan sebagai pakan ternak ruminansia. Hasil penelitian (Tamunaidu and Saka, 2011) menyatakan bahwa kandungan sellulosa yang paling banyak adalah pada bagian luar buah nipah (45.65), pelepah (35.1%), daun nipah (28.9%). Sedangkan kandungan protein paling tinggi di daun (3%) dan yang paling rendah ada di buah (0.8%). Yang menarik dari hasil penelitian (Tamunaidu and Saka, 2011) adalah kandungan hemiselulosa pada pelepah paling tinggi dibandingkan dengan bagian bagian lain (25% – 26%). Dengan kandungan selulosa dan hemiselulosa yang relative tinggi, diduga pelepah Nipah dapat digunakan secara terbatas dalam ransum ternak ruminansia.

Pemanfatan bagian dari pohon Nipah untuk pakan ternak sangat terbatas dijumpai. Hasil penelitian Heriyanto et al. (2011) menunjukkan bahwa buah nipah dapat dijadikan tepung untuk digunakan sebagai sumber bahan makanan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rata rata berat 100 daging buah Nipah adalah 3.5 kg dan dari jumlah tersebut dihasilkan tepung Nipah sebanyak 46.4% sehingga dalam 1 hektar pohon Nipah dapat dihasilkan tepung Nipah sebanyak 1.19 ton. Tepung Nipah mempunyai kandungan gizi yang relative lebih baik dimana kandungan protein kasar (8.54%), serat kasar (22.1%), lemak (0.08%) dan BETN (53,9%).

Penggunaan lain dari Nipah adalah pembuatan gula yang diperoleh dari buah Nipah yang disadap airnya. Hampir semua wilayah dimana tersebar pohon Nipah, masyarakat telah mengenal bahan ini. Di air dari sadapan ini digunakan sebagai minuman (Hossain and Islam, 2015) juga dapat dijadikan sebagai obat (Setyawan and Winarno, 2006).

Nilai Manfaat Nipah

Seperti tanaman dari keluarga Palmae, pelepah Nipah mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pelepah kelapa, pelepah sawit dan aren. Perbedaan yang mencolok adalah tidak adanya pokok batang, sehingga yang dimaksud dengan pelepah pada Nipah adalah bagian Petiole dari tanaman yang menjorok keluar dari tanah (Tsuji et al., 2011). Pelepah Nipah mempunyai fungsi yang penting bagi masyarakat yang hidup di daerah pasang surut. Salah satu manfaat ekonomis pelepah Nipah adalah sebagai bahan untuk membuat atap rumah. Menurut (Hossain and Islam, 2015) di Bangladesh, hampir semua bagian dari pohon Nipah dapat dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga. Pelepah Nipah di Bangladesh selain digunakan untuk atap rumah, juga dimanfaatkan untuk pagar rumah, linting rokok dan kayu bakar. Di Propinsi Jambi, sebagian besar atap Nipah yang dijual berasal dari Kecamatan Nipah Panjang. Pembuatan atap dari pelepah Nipah menyisakan pelepah (*petiole*) yang kadangkala di gunakan sebagai bahan bakar. Akan tetapi seiring dengan berjalannya waktu, masyarakat tidak lagi menggunakan pelepah Nipah kering sebagai kayu bakar, sehingga pelepah tersebut dibiarkan melapuk dan terbuang. Pelepah Nipah dapat digunakan sebagai pakan ternak ruminansia. Hasil penelitian (Tamunaidu and Saka, 2011) menyatakan bahwa kandungan sellulosa yang paling banyak adalah pada bagian luar buah nipah (45.65), pelepah (35.1%), daun nipah (28.9%). Sedangkan kandungan protein paling tinggi di daun (3%) dan yang paling rendah ada di buah (0.8%). Yang menarik dari hasil penelitian (Tamunaidu and Saka, 2011) adalah kandungan hemiselulosa pada pelepah paling tinggi dibandingkan dengan bagian bagian lain (25% – 26%). Dengan kandungan selulosa dan hemiselulosa yang relative tinggi, diduga pelepah Nipah dapat digunakan secara terbatas dalam ransum ternak ruminansia.

Pemanfatan bagian dari pohon Nipah untuk pakan ternak sangat terbatas dijumpai. Hasil penelitian Heriyanto et al.(2011) menunjukkan bahwa buah nipah dapat dijadikan tepung untuk digunakan sebagai sumber bahan makanan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rata rata berat 100 daging buah Nipah adalah 3.5 kg dan dari jumlah tersebut dihasilkan tepung Nipah sebanyak 46.4% sehingga dalam 1 hektar pohon Nipah dapat dihasilkan

tepung Nipah sebanyak 1.19 ton. Tepung Nipah mempunyai kandungan gizi yang relative lebih baik dimana kandungan protein kasar (8.54%), serat kasar (22.1%), lemak (0.08%) dan BETN (53,9%). Hasil yang berbeda di laporkan oleh Ulyarti et al. (2017) bahwa buah nipah yang berasal dari berbagai kondisi akan menghasilkan komponen nutrisi yang berbeda. Kandungan protein kasar dari tepung buah nipah lebih tinggi jika dibandingkan dengan tepung buah nipah yang telah jatuh dari pohon (5.98% vs. 2.90%). Hasil penelitian ini menunjukkan buah nipah jika dilakukan pengolahan dengan baik dapat digunakan sebagai pangan fungsional bagi manusia.

Penggunaan lain dari Nipah adalah pembuatan gula yang diperoleh dari buah Nipah yang disadap airnya. Hampir semua wilayah dimana tersebar pohon Nipah, masyarakat telah

mengenal bahan ini. Di air dari sadapan ini digunakan sebagai minuman (Hossain and Islam, 2015) juga dapat dijadikan sebagai obat (Setyawan and Winarno, 2006).

Teknik Pengolahan Pelepah Nipah

Amoniasi adalah cara pengolahan kimia dengan menggunakan sumber amoniak (NH_3) untuk meningkatkan daya cerna bahan pakan berserat sekaligus meningkatkan kadar N (proteinnya) (Ibrahim, 1984). Komar (1986) menyatakan bahwa ada 3 sumber amonia yang dapat digunakan dalam proses amoniasi, yaitu: (1) Amonia berbentuk gas, (2) NH_4OH dalam bentuk larutan, (3) Urea dalam bentuk padat. Pengadaan gas amonia untuk amoniasi tergolong mahal, sehingga dicarilah sumber gas amonia yang murah dan mudah didapat. Salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan urea $CO(NH_2)_2$. Urea merupakan senyawa kimia yang mengandung lebih kurang 45 % unsur nitrogen.

Perlakuan amoniasi dengan urea pada pakan serat selain mampu melonggarkan ikatan lignoselulosa sehingga mudah dicerna oleh bakteri rumen dan juga mampu memasok nitrogen untuk pertumbuhan bakteri tersebut (Leng, 1991). Urea yang akan dicampurkan pada bahan pakan dapat dilarutkan kedalam air terlebih dahulu (cara basah) atau langsung ditaburkan pada setiap lapisan limbah pertanian yang akan di amoniasi (cara kering). Ibrahim (1984) menyatakan bahwa prinsip awal dari amoniasi urea yaitu urea akan dihidrolisis oleh enzim urease yang dihasilkan oleh bakteri yang ada dalam jerami sehingga akan membentuk ammonia dan kemudian akan berubah menjadi ammonium hidroksida. Hidrolisa urea menjadi ammonia dan karbondioksida tergantung kepada temperatur dan ketersediaan enzim urease dalam amoniasi urea (Warly *et al*., 1997). Menurut Komar (1986) selama proses amoniasi urea dan dengan adanya enzim

urease yang dihasilkan oleh mikroba yang umumnya terdapat pada hasil ikutan pertanian maka urea akan terurai menurut reaksi kimia dibawah ini:

$$2\ NH_3 + H_2O \text{ --- } 2NH_4OH$$

Terbentuk alkali (NH_4OH) dari penguraian urea tersebut akan menyerang ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, sehingga ikatan tersebut menjadi longgar. Melonggarnya ikatan tersebut memudahkan penetrasi bagi enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen sehingga akan meningkatkan kecernaan.

Steam merupakan teknik pengolahan bahan pakan dengan prinsip pemanfaatan panas atau tekanan uap. Perlakuan steam dapat menurunkan NDF pada oil palm trunk (Ismail *et al*., 1990). Tekanan dan uap panas pada teknik pengolahan menyebabkan dinding sel menjadi lebih longgar (Suyitman *et al*., 2018). Perlakuan steam menggunakan autoclave merupakan salah satu perlakuan fisik yang dapat meningkatkan kecernaan suatu bahan karena terjadinya perenggangan ikatan-ikatan di dalam dinding sel (Christiyanto dan Subrata 2005).

Kombinasi amoniasi dan steam belum banyak dilakukan, namun berdasarkan beberapa data penelitian menunjukkan bahwa kombinasi amoniasi dan FCT pada TKS dapat meningkatkan kecernaan tandan kosong sawit TKS (Ardhysti, 2018). Kombinasi amoniasi menggunakan urea sebanyak 1% pada jerami padi dengan suhu 121°C dan tekanan sebesar 1.4 atm dengan menggunakan autoclave mampu meningkatkan nilai kecernaan bahan kering dan bahan organik namun belum memberikan pengaruh terhadap kecernaan fraksi serat (Ayinda, 2016). Kombinasi steam dan amoniasi signifikan meningkatkan NDF dan ADF (Suyitman *et al*. 2018). Kandungan fraksi serat turun karena selama proses steam beberapa zatterlarut larut dan hilang sehingga hanya sebagian kecil yang tidak larut dan tersisa pada proses amoniasi dan pada proses amoniasi ini kecernaan dapat ditingkatkan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Abdalla SA.2001.Oil Palm And Nipah Frond Silages And Their Utilization By Sheep. Doctoral Thesis. Universiti Putra Malaysia, Serdang Malaysia

Abdullah, N., Sulaiman, F., 2013. The oil palm wastes in Malaysia. Biomass Now Sustain. Growth Use 75–100. doi:10.5772/55302

Afdal, M., T. Kaswari,, S Fakhri,. H Suryani 2020. The physical and chemical properties of nipah (*Nypa fructicans*) frond as an alternative feed for ruminants in Indonesia. Biodiversitas Volume 21, Number 10: 4714-4718

Akpakpan AE, Ukana DA,Ime BO. 2012. Evaluation of physicochemical properties and soda pulping of *Nypa* fruticans frond and petiole. Elixir Appl. Chem. 45 7664-7668

Alsersy H, Salem AZM, Borhami BE, Olivares J, GadoHM, Mariezcurrena MD, Yacuot MH, Kholif AE, El-Adawy M, Hernandez SR. 2015. Effect of Mediterranean saltbush (*Atriplexhalimus*) ensilaging with two developed enzyme cocktails onfeed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation in sheep. Animal Science Journal 86, 51–58 doi: 10.1111/asj.12247

Arunothai J, Brix H. 2009. Effects of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of *Salvinianatans***.** Aquatic Botany Volume 91, Issue 3 : 181-186

Ayinda, R.S.K. 2016. Kombinasi Amoniasi Jerami Padi Dengan Pemanasan Basah Menggunakan Autoclave) terhadap Fraksi dan Kecernaan Serat. Skripsi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.

BPS 2016. Kecamatan Muara Sabak Dalam Angka 2016. https://tanjabtimkab.bps.go.id/publication/2016/07/29/acfa94e899c8a5bb5f1eb0a2/kecamatan-muara-sabak-barat-dalam-angka-2016.html

Chartzoulakis KS. 2005. Salinity and olive: Growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. Agricultural Water Management 78:108–121

Christiyanto M, Subrata A. 2005. Perlakuan Fisik dan Biologis pada Limbah Industri Pertanian Terhadap Komposisi Serat. Skripsi. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.

Church, DC & WG Pond. 1988. Basic animal nutrition and feeding. John Wiley and Sons Inc. United States of America

Dewhurst, R.J, D.R. Davies and R.J. Merry. 2000. Microbial Protein Supply from The Rumen. J. Anim. Feed Sci and Tech. 85.

Elham R, Sepanlou MG, Badi HAN. 2011.The effect of salinity on the growth, morphology and physiology of *Echiumamoenum* Fisch. & Mey. African Journal of Biotechnology Vol. 10(44), pp. 8765-8773

Girard V, Dupuis. G. 1988. Effect of structural and chemical factors of forageson potentially digestible fiber, intake, and true digestibility by ruminants. Can. J.Anim. Sci. 68: 787 - 799.

Harper KJ, David M. McNeill 2015.The Role iNDF in the Regulation of Feed Intake and the Importance of Its Assessment in Subtropical RuminantSystems (the Role of iNDF in the Regulation of Forage Intake). Agriculture 5, 778-790; doi:10.3390/ agriculture5030778

Harjadi, SS; S. Yahya. 1998, Fisiologi Stres Tanaman. PAU IPB. Bogor.

Hassan, O.A., Ishida, M., Shukri, I.M., Tajuddin, Z.A., 1994. Oil-Palm Fronds As a Roughage Feed Source for Ruminants in Malaysia Oil-Palm Fronds As a Roughage [WWW Document]. FAO, Good Agric. Pract.

Heriyanto, N.M., Subiandrono, E., Karlina, E., 2011. Potensi dan sebaran nipah (Nypa fructicans Wurnb) sebagai sumber daya pangan. J. Penelit. Hutan dan Konserv. Alam 84, 327–335.

Hossain MF, Islam MA. 2015. Utilization of Mangrove Forest Plant : Nipa Palm (*Nypafruticans*Wurmb). Am. J. Agric. For.3, 156–160. doi:10.11648/ j.ajaf.20150304.16

Hutahaean EE, Kusmana C, Dewi HR.1999. Studi kemampuan tumbuh anakan mangrove jenis *Rhizophoramucronata*, *bruguieragimnorrhiza* dan *Avicenniamarina* Pada Berbagai Tingkat Salinitas (Study on Growth Capability of Mangrove Forest Seedling of *Rhizophoramucronata*, *bruguieragiminorrhiza* and *Avicennia marina* Species on Various levels of Salinity). Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. V, No. 1 : 77-85

Ibrahim, N.M. N. 1984. Efficienny of urea ammonia treatment. Dalam : Rice straw related feeds In ruminant ration. Proceddings of international workshop held in Kandy (Ibrahim N.M and Schiere (Eds). Departement of Tropical Animal Production Agricultural University Wageningen. Hal 103- 111.

Islam M, I. Dahlan, M. A. Rajion, Z. A. Jelan. 2000. Productivity and nutritive values of different fractions of oil palm (*Elaeis guiniensis*)frond . Asian-Aus. J. Anim. Sci. Vol 13, no 8: 1113-1120

Ismail Ab. Raman ; Oshio, S. ; Khoo, K. C. 1990. Effects of steam and alkali treatment on chemical composition and *in vitro* digestibility of oil palm trunks. Pertanika Vol.13 No.3 pp.335-340 ref.16

Jung, H.G.; Phillips, R.L. 2010.Putative seedling ferulate ester (*sfe*) maize mutant: morphology, biomass yield, and stover cell wall composition and rumen degradability. Crop Sci. 50, 403–418.

Khalil dan T. Hidayat. 2006. Potensi Buah Nipah Tua (*Nypa Fruticans Wurmb*) Sebagai Bahan Pakan Ternak. *Jurnal Peternakan Indonesia, 11(2):123-128*

Komar, A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami sebagai Makanan Ternak. Cetakan Pertama. Yayasan Dian Grahita, Bandung.

Leng, R.A. 1991. Further observation on the efficiency of feed utilization for growth in ruminants fed forage based diets. Dalam Recent Advance in Animal Nutrition in Australia. Ed. Farrel, D.J. Universsity of New England, Armidale.

Linn J, Carla K. 1997.The Effects of Forage Quality on Performance and Cost of Feeding Lactating Dairy Cows.University of Minnesota, Department of Animal Science1364 Eckles Avenue, St. Paul, Minnesota 55108-6120 U.S.A. https://wcds.ualberta.ca/wcds/wp-content/uploads/sites/57/wcds_archive/Archive/1997/ch04-97.htm

Mantiquilla JA, Salmasan SFD, Obelidhon MKA, Abad RG. 2019. Nutrient status of nipa (*Nypa fruticans* Wurmb.) in selected areas of Mindanao, the Philippines. Banwa B. 14: art012

Negesse T, Makkar, HPS, Becker K. 2009. Animal Feed Science and Technology Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an in vitro gas method. Anim. Feed Sci. Technol.154, 204–217. doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.09.010

Pangestu, E., Achmadi, J., Wahyono, F., Nuswantara, L.K., 2009. Karakteristik daya ikat serat dari beberapa bahan pakan hasil samping agroindustri terhadap kalsium, in: Pemberdayaan Peternakan Berbasis Sumber Daya Lokal Untuk Ketahanan Pangan Nasional Berkelanjutan Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan,. Universitas Diponegoro, Semarang, pp. 55–63.

Rahman, M.M., Lourenço, M., Hassim, H. a., Baars, J.J.P., Sonnenberg, a. S.M., Cone, J.W., De Boever, J., Fievez, V., 2011. Improving ruminal degradability of oil palm fronds using white rot fungi. Anim. Feed Sci. Technol. 169, 157–166. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.06.014

Rhodes, D; Anna Nadolska-Orczyk. 2001. Plant Stress Physiology. https://www.researchgate.net/publication/228042145

Rozainah, M. Z and Aslezaeim, N. 2010.A demographic study of a mangrove palm, *Nypa fruticans*. Scientific Research and Essays5 (24):3896-3902.

Setyawan, A.D., Winarno, K., 2006. The direct exploitation in the mangrove ecosystem in Central Java and the land use in its surrounding; degradation and its restoration effort. Biodiversitas 7, 282–291. doi:10.13057/biodiv/d070318

Subiandono E, Heriyanto NM, Karlina E.2011. Potensi Nipah (*Nypa fruticans* (Thunb.) Wurmb.) sebagai Sumber Pangan dari Hutan Mangrove. Buletin Plasma Nutfah. Vol.17 No.1: 54-60

Suryadi S, M Afdal, A Latief. 2009. Pengaruh Penggantian Rumput dengan Pelepah Sawit Ditinjau dari Segi Kecernaan dan Fermentabilitas Secara In Vitro Gas. Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu Peternakan Vol 12 No 1:29-34

Suyitman., L. Warly and Evitayani. 2018. In-vitro digestibility of palm leaf waste treated with different processing methods. Pakistan Journal and Nutrition. 17 (8):368-373.

Tamunaidu, P., Matsui, N., Okimori, Y., Saka, S., 2013. Nipa (*Nypa fruticans*) sap as a potential feedstock for ethanol production. Biomass and Bioenergy 52, 96–102. doi:10.1016/j.biombioe.2013.03.005

Tamunaidu, P., Saka, S., 2011. Chemical characterization of various parts of nipa palm (Nypa fruticans). Ind. Crops Prod. 34, 1423–1428. doi:10.1016/j.indcrop.2011.04.020

Teo S, Ang WF, Lok AFSL, Kurukulasuriya BR, Tan HTW. 2010.The status and distribution of the nipah, *Nypa fructicans* Wurmb (Arecaceae), in Singapore Nat Singapore 3 45-52

Tillman, A. D. H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Yogyakarta.

Tsuji K, Ghazalli MNF, Ariffin Z, Nordin MS, Khaidizar MI,Dulloo ME.2011.Biological and Ethnobotanical Characteristics of Nipa Palm (*Nypa fructicans* Wurmb.): A Review (Ciri-Ciri Biologi dan Etnobotani Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) Suatu Tinjauan).Sains Malaysiana. 40(12): 1407–1412

Ulyarti, Nazarudin dan Dian WS. 2017. The Study of Functional Properties of *Nypafruticans* Flour. International Conference on Chemistry, Chemical Process and Engineering : 1-6.

Van Soest PJ. 1963. Use of detergents in the analyses of fibrous feeds. II A rapid method for teh determination of fibre and lignin. Journal of Association of Official Agricultural Chemistry 46 , 829-835.

Wajizah S,Samadi S, Usman Y, Mariana E.2015.Evaluasi Nilai Nutrisidan Kecernaan In Vitro Pelepah Kelapa Sawit (Oil Palm Fronds) yang Difermentasi Menggunakan Aspergillus niger dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang berbeda. JurnalAgripet15 (1): 13-19

Warly, L. 1994. Study on improving nutritive valueof rice straw and physico-chemical aspects of its digestion in sheep. Ph.D. Thesis. The United Graduated School of Agriculture Sciences, Tottori University, Japan.

Wikipedia 2017 Nipah. https://id.wikipedia.org/wiki/Nipah

BAB II

INTEGRASI TANAMAN TERNAK (CROP LIVESTOCK SYSTEM)

Hutwan Syarifuddin., A. Rahman Sy., A. Yani., Rifli Rindes
Fakultas peternakan Universitas jambi

Berdasarkan *Sustainable Development Goals* (SDGs) Sektor pertanianmerupakan salah satu sektor yang memberikan sumbangan pada pembangunan sosial-ekonomi. Peranan yang dimiliki sektor pertanian termasuk peternakan dan perikanan, yaitu (1) berkontribusi pada Produk Domestik Bruto (PDB) dan penyedia pangan bagi penduduk yang sedang tumbuh serta bahan baku industri, (2) menyediakan kesempatan kerja tenaga produktif dan pendapatan bagi penduduk pedesaan yang jumlahnya cukup besar, (3) berperan di dalam pengentasan kemiskinan dan perbaikan status gizi melalui struktur dan bentuk produksi dengan tetap menjaga petani gurem dan buruh tani agar dapat memperoleh bagian benefit pertumbuhan pertanian dan (4) mendorong berkembangnya neraca pembayaran melalui peningkatan ekspor, substitusi impor, dan mengurangi ketergantungan ekonomi pada pasokan (makanan) luar negeri (Thorbecke dan Pluijm, 1993). Untuk mencapai keberhasilan dari SDGs maka diperlukan suatu keterkaitan yang holistic seperti sistem integrasi tanaman dengan ternak.

Pola sistem integrasi tanaman dengan ternak (*Crop Livestock System atau CLS*) adalah intensifikasi sistem usahatani melalui pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan secara terpadu dengan komponen ternak sebagai bagian kegiatan usaha. Tujuan pengembangan CLS adalah untuk meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan masyarakat sebagai bagian untuk mewujudkan suksesnya revitalisasi pembangunan pertanian.

Sektor pertanian di Indonesia masih didominasi oleh pertanian rakyat dengan jumlah petani yang begitu banyak tetapi output per unit usaha relatif kecil dibandingkan dengan pasar (Pakpahan, 2000). Sedangkan pasokan pangan baik beras maupun pangan asal ternak sebagian besar berasal dari Pulau Jawa. Hal ini kontradiksi dengan potensi sumberdaya lahan yang tersedia di Pulau Jawa. Apabila dibandingkan antara luas lahan tersedia dengan jumlah rumah tangga petani maka kondisi usaha tanaman pangan di Jawa cukup memprihatinkan. Luas lahan yang sempit, yaitu rata-rata kurang dari 0,50 ha, mengakibatkan pendapatan petani rendah. Dengan lahan yang sempit dan pendapatan yang rendah, petani terpaksa mengeksploitir lahan untuk memaksimumkan pendapatannya. Akibatnya produktivitas lahan cenderung menurun dari tahun ke tahun. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Dillon *et al*. (1999), bahwa stagnasi produksi padi disebabkan oleh

beberapa faktor, (1) stagnasi dan degradasi teknologi, (2) kesuburan tanah semakin merosot, (3) kejenuhan intensitas tanam, (4) rendemen penggilingan yang semakin menurun, (5) serangan hama dan penyakit, dan (6) ilkim yang tidak normal. Karama dan Sofyan (1996) juga menyatakan bahwa kualitas lahan sawah cenderung menurun. Sekitar 65% areal sawah mempunyai kandungan C-organik kurang dari 1%.

Sementara itu di luar Pulau Jawa masih memiliki lahan pertanian dan perkebunan yang bisa digunakan mendukung program pembangunan berkelanjutan (SDGs) melalui pola CLS. Menurut Singh *et al.* (1990), pertanian berkelanjutan secara luas dapat diartikan sebagai istilah yang mencakup beberapa strategi yang ditujukan untuk memecahkan masalah-masalah yang menyebabkan "sakitnya" pertanian di Amerika Serikat dan pertanian di dunia. Masalah-masalah tersebut adalah menurunnya produktivitas tanah karena erosi dan menurunnya kandungan nutrisi; polusi pada permukaan air dan air tanah karena pestisida, pupuk, dan sedimen; menurunnya sumberdaya yang tak dapat diperbarui *(nonrenewable resources)* di masa depan; dan rendahnya pendapatan usahatani karena tekanan harga komoditi dan tingginya biaya produksi. Selanjutnya, "keberlanjutan" mengandung pengertian dimensi waktu dan kapasitas sistem usahatani yang berlangsung terus-menerus dalam jangka waktu yang tak terbatas.

Tujuan utama dari pertanian berkelanjutan adalah membangun sistem usahatani yang produktif dan menguntungkan, mengkonservasi basis sumberdaya alam, melindungi lingkungan, dan meningkatkan kesehatan dan keselamatan, dan kegiatan ini harus berlangsung dalam jangka panjang. Alat untuk mencapai tujuan ini adalah metode input rendah *(low-input)* dan managemen terampil *(skilled management)*, yaitu mencari manajemen dan penggunaan input internal (sumberdaya *on-farm*) yang optimal yang memberikan tingkat produksi tanaman dan ternak berkelanjutan *(sustainable)*. Pendekatan ini menekankan pada budaya dan praktek manajemen tentang rotasi tanaman, daur ulang kotoran ternak, dan konservasi dengan pengolahan tanah untuk mengontrol erosi tanah dan kehilangan nutrisi, dan memelihara atau meningkatkan produktivitas. Sistem usahatani input rendah (*low external input sustainable agriculture*/LEISA)bertujuan meminimalisasi penggunaan input eksternal (sumberdaya *off-farm*), seperti pupuk dan pestisida yang harus dibeli; menurunkan biaya produksi; menghindari polusi permukaan air dan air tanah; mengurangi residu pestidida dalam makanan; mengurangi resiko petani; dan meningkatkan keuntungan usahatani baik jangka pendek maupun jangka panjang (Parr *et al.*, 1990.

Beberapa contoh model CLS yang telah dilakukan adalah seluruh limbah dari ternak dan tanaman didaur ulang dan dimanfaatkan kembali ke dalam siklus produksi. Komponen usahatani CLS meliputi usaha ternak sapi potong, tanaman pangan (padi & palawija), hortikultura (sayuran), perkebunan, (tebu) dan perikanan (lele, gurami, nila). Limbah ternak (kotoran sapi) diproses menjadi kompos dan pupuk organik granuler serta biogas; limbah pertanian (jerami padi, batang & daun jagung, pucuk tebu, jerami kedelai dan kacang tanah) diproses menjadi pakan. Gas-bio dimanfaatkan untuk keperluan memasak dan untuk penerangan, sedangkan limbah biogas (*sludge*) yang berupa padatan dimanfaatkan menjadi kompos dan bahan campuran pakan sapi dan ikan, dan yang berupa cairan dimanfaatkan menjadi pupuk cair untuk tanaman sayuran dan ikan.

Faktor penting dalam mendukung keberhasilan model CLS antara lain tersedianya inovasi teknologi yang bersifat tepat guna, kualitas sumber daya manusia dan penguatan kelembagaan kelompok tani. Lambatnya perkembangan CLS di masyarakat terletak pada kurangnya intensitas sosialisasi, keterbatasan permodalan, keterbatsan infrastuktur, keterbatasan fungsi kelembagaan inter dan/atau intra pelaku CLS yang berkaitan dengan aspek teknis, pemasaran dan kebijakan. Sebagai alternatif pemecahan masalah untuk pengembangan CLS antara lain perlu peningkatan sosialisasi, pembinaan kelembagaan tani, penguatan permodalan melalui skim finansial yang sesuai, pembinaan/pendampingan pemasaran hasil, sistem jaringan informasi yang terkoordinasi serta pendampingan teknologi sesuai dengan perkembangan pengetahuan, serta pengembangan sistem kelembagaan agribisnis dari hulu sampai hilir yang melibatkan petani, lembaga modal, lembaga ekonomi yang memberi akses penyaluran dan pemasaran hasil dengan dukungan pemerintah daerah dan pusat. Kegiatan demo dan gelar teknologi ini merupakan salah satu bentuk upaya dalam mengembangkan jejaring informasi dan sarana percepatan alih teknologi CLS kepada para petani/peternak dan pelaku agribisnis.

Konsep pertanian terpadu ini perlu terus galakan, mengingat sistem ini di samping menunjang pola pertanian organik yang ramah lingkungan, juga mampu meningkatkan usaha peternakan. Usaha pertanian terpadu ini sekaligus dalam upaya pengembangan peternakan dapat dilakukan melaui sistem pinjaman modal, gaduh, dan sistem gulir, asuransi ternak dan sebenarnya telah banyak dipraktekan oleh berbagai pemerintah kabupaten. Program ini bertujuan untuk memenuhi permintaan konsumsi daging masyarakat, sehingga akan dapat mengurangi bahkan terlepas dari ketergantungan impor daging dan ternak serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas usaha budidaya ternak, sekaligus menunjang program pertanian organik.

Sebenarnya integrasi ternak dan tanaman ini tidak terbatas pada budidaya tanaman padi dengan sapi saja, namun juga dapat dikembangkan integrasi dalam sistem lahan kering dan perkebunan. Semuanya tergantung dari usaha pertanian yang dikembangkan setempat, sehingga limbah pertaniannya dapat bervariasi seperti misalnya limbah jerami padi dilahan sawah, limbah jerami jagung dilahan kering, limbah sawit dari perkebunan sawit.

Sistem tumpangsari tanaman dan ternak banyak juga dipraktekkan di daerah perkebunan. Tujuan sistem ini adalah untuk pemanfaatan lahan secara optimal. Di dalam sistem tumpangsari ini tanaman perkebunan sebagai komponen utama dan tanaman rumput serta ternak yang merumput di atasnya merupakan komponen kedua. Keuntungan-keuntungan dari sistem ini antara lain : (1) Dari tanaman perkebunannya dapat menjamin tersedianya tanaman peneduh bagi ternak, sehingga dapat mengurangi stress karena panas, (2) meningkatkan kesuburan tanah melalui proses kembaliya air seni dan kotoran padatan ke dalam tanah, (3) meningkatkan kualitas pakan ternak, serta membatasi pertumbuhan gulma, (5) meningkatkan hasil tanaman perkebunan dan (6) meningkatkan keuntungan ekonomis termasuk hasil ternaknya.

Program CLS ini tidak terbatas pada pengusahaan hewan seperti sapi, kerbau, kambing dan domba. Namun juga dapat dintegrasikan antara ternak unggas dengan tanaman pangan, hotikultura. Kotoran unggas cukup potensial dimanfaatkan sebagai pupuk, misalnya kandungan hara dalam kotoran ayam hara N cukup tinggi sebesar 2,6 %, P 3,1 % dan K 2,4 %. CLS ini dapat menjamin produksi pupuk organik, sehingga dapat menjamin pemeliharaan kesuburan tanah.

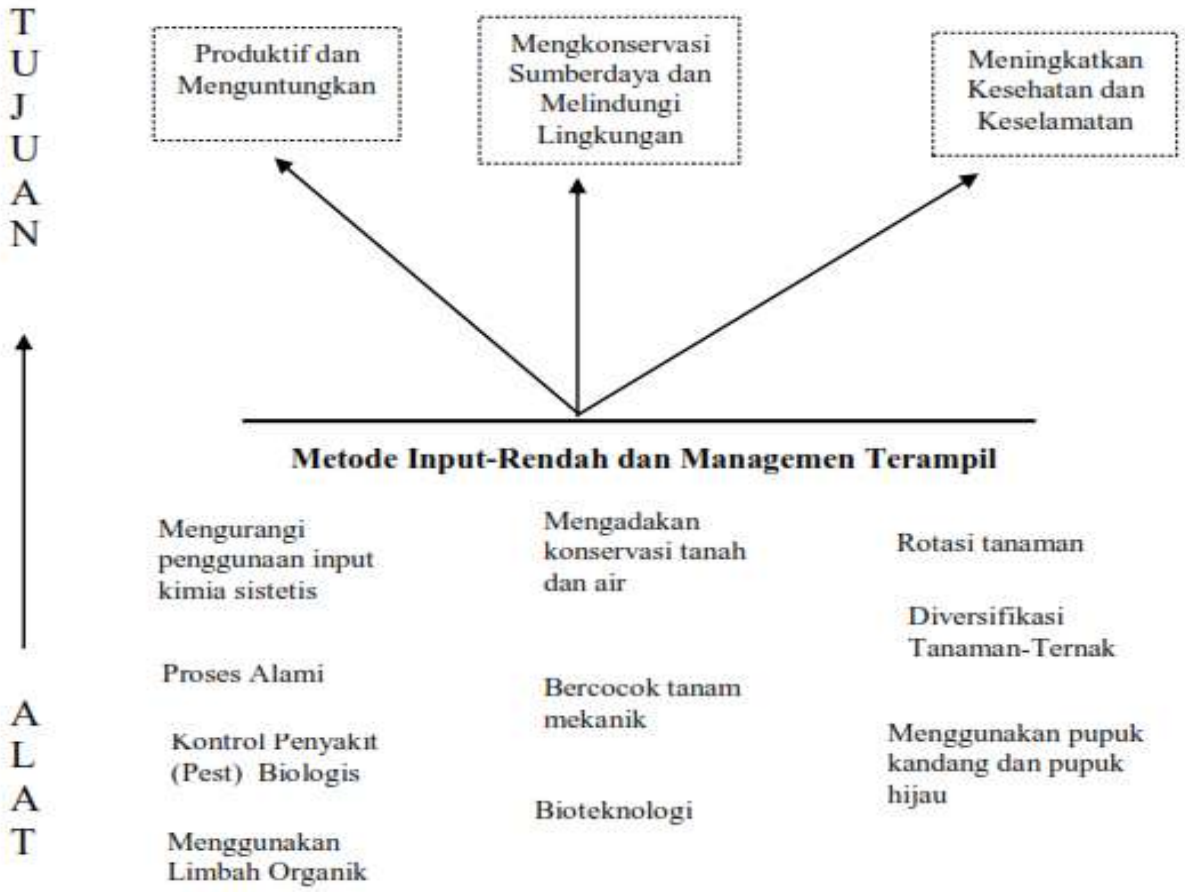
Konsep Pertanian Berkelanjutan

Pertanian berkelanjutan tidak terlepas dari suatu upaya pemanfaatan input luar rendah untuk suatu usaha pertanian. Alasan lain mengapa memfokuskan sistem usahatani input rendah, karena sistem input tinggi *(high-input)*, cepat atau lambat, kemungkinan akan gagal karena mereka tidak berlanjut *(sustainable)* baik secara ekonomi maupun lingkungan dalam jangka panjang. Bagaimana mencapai tujuan tersebut tergantung pada kreasi dan inovasi konservasi dan praktek produksi yang memberikan kepada petani alternatif atau opsi di dalam sistem usahataninya.

Menurut Reijntjes *et al*. (1999), keberlanjutan dapat diartikan sebagai “menjaga agar suatu upaya terus berlangsung”, “kemampuan untuk bertahan dan menjaga agar tidak merosot”. Dalam konteks pertanian, keberlanjutan pada dasarnya berarti kemampuan untuk tetap produktif sekaligus tetap mempertahankan basis sumberdaya. Pertanian berkelanjutan

adalah pengelolaan sumberdaya yang berhasil untuk usaha pertanian guna membantu kebutuhan manusia yang berubah sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan dan melestarikan sumberdaya alam". Konsep pertanian berkelanjutan dapat dilihat pada gambar 1.

PERTANIAN BERKELANJUTAN



Gambar. 1. Konsep Pertanian Berkelanjutan di Amerika Serikat yang Menunjukkan Tujuan dan Alat untuk Mencapainya Melalui Metode Input Rendah dan Managemen Terampil.

Namun demikian, banyak orang menggunakan definisi yang lebih luas dan menilai pertanian bisa dikatakan pertanian berkelanjutan jika mencakup hal-hal sebagai berikut:

- **Mantap secara ekologis,** yang berarti bahwa kualitas sumberdaya alam dipertahankan dan kemampuan agroekosistem secara keseluruhan – dari manusia, tanaman, dan hewan sampai organisme tanah – ditingkatkan. Kedua hal ini akan terpenuhi jika tanah dikelola dan kesehatan tanaman, hewan serta masyarakat dipertahankan melalui proses biologis (regulasi sendiri). Sumberdaya lokal dipergunakan sedemikian rupa sehingga kehilangan

unsur hara, biomassa, dan energi bisa ditekan serendah mungkin serta mampu mencegah pencemaran. Tekanannya adalah pada penggunaan sumberdaya yang bisa diperbarui.

- **Bisa berlanjut secara ekonomis,** yang berarti bahwa petani bisa cukup menghasilkan untuk pemenuhan kebutuhan dan/atau pendapatan sendiri, serta mendapatkan penghasilan yang mencukupi untuk mengembalikan tenaga dan biaya yang dikeluarkan. Keberlanjutan ekonomi ini bisa diukur bukan hanya dalam hal produk usahatani yang langsung namun juga dalam hal fungsi seperti melestarikan sumberdaya alam dan meminimalkan resiko.

- **Adil,** yang berarti bahwa sumberdaya dan kekuasaan didistribusikan sedemikian rupa sehingga kebutuhan dasar semua anggota masyarakat terpenuhi dan hak-hak mereka dalam penggunaan lahan, modal yang memadai, bantuan teknis serta peluang pemasaran terjamin. Semua orang memiliki kesempatan untuk berperan serta dalam pengambilan keputusan, baik di lapangan maupun di dalam masyarakat. Kerusuhan sosial bisa mengancam sistem sosial secara keseluruhan, termasuk sistem pertaniannya.

- **Manusiawi,** yang berarti bahwa semua bentuk kehidupan (tanaman, hewan, dan manusia) dihargai. Martabat dasar semua makhluk hidup dihormati, dan hubungan serta institusi menggabungkan nilai kemanusiaan yang mendasar, seperti kepercayaan, kejujuran, harga diri, kerja sama dan rasa sayang. Integritas budaya dan spiritual masyarakat dijaga dipelihara.

- **Luwes,** yang berarti bahwa masyarakat pedesaan mampu menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi usahatani yang berlangsung terus, misalnya pertambahan jumlah penduduk, kebijakan, permintaan pasar, dan lain-lain. Hal ini meliputi bukan hanya pengembangan teknologi yang baru dan sesuai, namun juga inovasi dalam arti sosial dan budaya.

Sesuai pendapat Parr (1990) dan Reijntjes *et al*. (1999), indikator penting dalam pertanian berkelanjutan adalah indikator ekonomis dan ekologis. Indikator ekonomis meliputi produksi dan pendapatan usahatani yang cukup, dapat melestarikan sumberdaya alam, dan meminimalkan resiko. Indikator ekologis meliputi kualitas sumberdaya alam dan meningkatnya kemampuan agroekosistem secara keseluruhan.

Hubungan Tanaman Dan Ternak Dalam Crop Livestock System

Umumnya petani-peternak di Indonesia memilik lahan yang sempit, jumlah ternak relatif kecil, input teknologi rendah, secara umum produktivitas rendah. Menurut Diwyanto

(2001), ada delapan keuntungan dari penerapan integrasi usaha tanaman dan ternak (*crop-livestock system*), yaitu (1) diversifikasi penggunaan sumberdaya produksi, (2) mengurangi terjadinya resiko, (3) efisiensi penggunaan tenaga kerja, (4) efisiensi penggunaan komponen produksi, (5) mengurangi ketergantungan energi kimia dan energi biologi serta masukan sumberdaya lainnya dari luar, (6) sistem ekologi lebih lestari dan tidak menimbulkan polusi sehingga melindungi lingkungan hidup, (7) meningkatkan output, dan (8) mengembangkan rumah tangga petani yang lebih stabil.

Rangnekar, *et. al*. (1995) memberikan contoh di India usahatani terpadu *(mixed farming)* dilakukan oleh sebagian besar petani dan ternak mempunyai peranan komplementer dan juga suplementer di dalam produksi pertanian. Ternak menjadi sarana penting untuk mengatasi resiko dan daur ulang biomasa. Jadi, ternak dapat berintegrasi secara baik dengan berbagai sistem tanaman. Devendra (1993) dalam Bruchem dan Zemmelink (1995) menyatakan bahwa di dalam skala kecil usahatani terpadu di Asia Tenggara, ternak ruminansia lebih berperan penting dari pada yang lain karena mampu memanfaatkan serat kasar dari residu tanaman. Pakan ternak dari bahan ini, walaupun berkualitas rendah, sering menjadi pakan utama terutama pada musim kering. Ternak ruminansia mempunyai kegunaan ganda. Selain memproduksi daging dan susu, ternak dapat menghasilkan kulit untuk pakaian dan input utama usahatani, seperti kotoran ternak. Ternak juga menjadi sumber uang tunai yang strategis dalam masa kritis setiap tahun. Ternak juga signifikan menyumbang pendapatan rumah tangga petani sehingga membantu mengatasi kemiskinan dan meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga. Hubungan antara tanaman dan ternak dapat dilihat pada Gambar 2.

Beberapa hasil penelitian di Indonesia mengenai integrasi tanaman dan ternak dapat dilaporkan sebagai berikut. Diwyanto dan Priyanti (2001) melaporkan bahwa sistem ini dapat meningkatkan pendapatan petani hingga 100% apabila dibandingkan dengan pola tanam padi tanpa ternak. Sekitar 40% dari pendapatan tersebut berasal dari pupuk organik yang dihasilkan oleh ternak. Teguh , *et al* (2001) melaporkan hasil penelitiannya di Kabupaten Grobogan, bahwa untuk pola tanam padi – padi – jagung, produksi jerami padi pada musim tanam I adalah 6050 kg per ha, pada musim tanam II 5280 kg per ha, dan jerami jagung sebesar 300 kg per ha. Produksi pupuk kandang sekitar 1.413,9 kg per ekor per tahun. Apabila pupuk kandang mengandung unsur N 1,65% maka produksi pupuk kandang tersebut dapat menyumbang N sebanyak 23,32 kg.

Hasil penelitian Basuni, et al (2010) menyatakan bahwa jumlah kepemilikan sapi rata-rata 2 ekor sehingga akan dihasilkan pupuk organik 0,24 ton/bulan sampai dengan 0,3

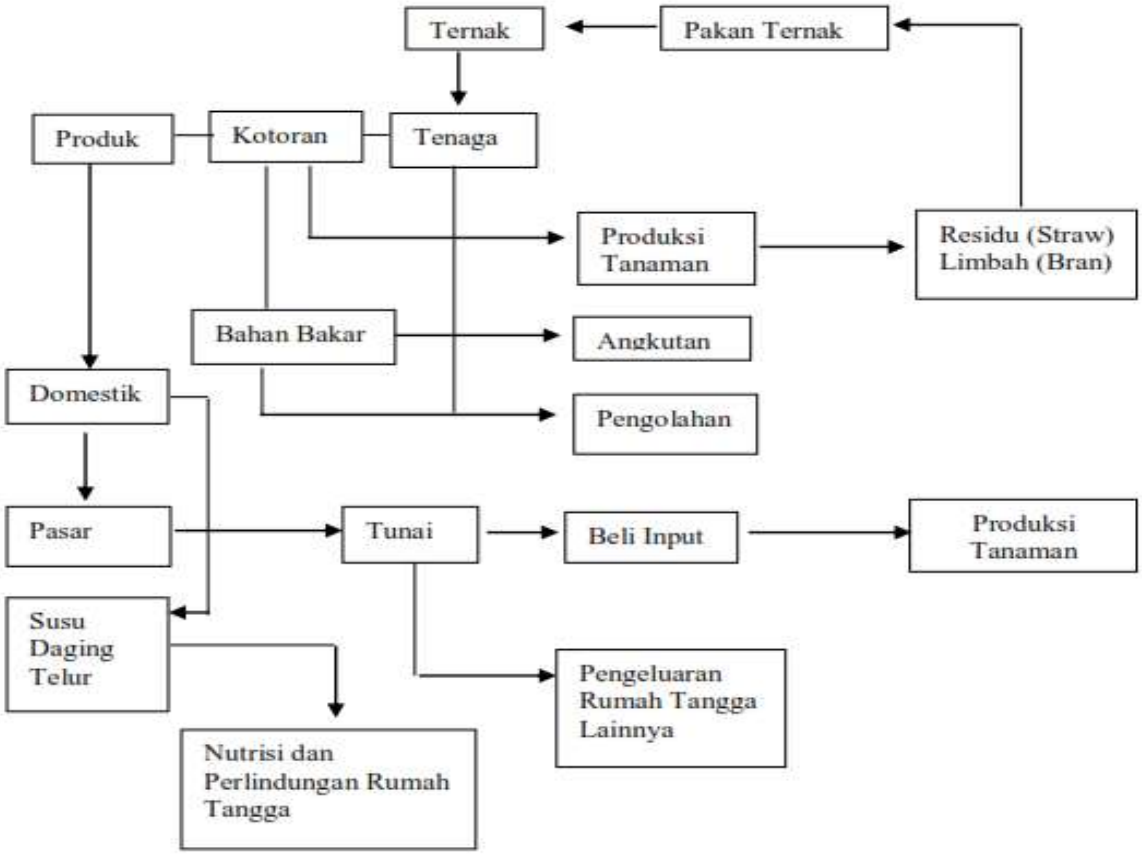
ton/bulan. Apabila rata-rata kepemilikan luas lahan petani 0,32 hektar, kebutuhan *fine compost* untuk lahan sendiri 0,6 ton/MT (bila dosis 2 ton/ha), yang dapat diperoleh selama 2 bulan pengumpulan pupuk kandang. Rata-rata produksi kompos 1,2 ton/2 ekor/4 bulan, jika diasumsikan harga jual Rp 400/kg, akan diperoleh tambahan pendapatan Rp 480.000. Kontribusi tambahan penerimaan dari *fine compost* sebesar 9,70%, sedangkan pola petani tidak ada penerimaan dari pupuk kandang.

Pupuk kandang sapi dapat menjadi alternatif pengganti pupuk inorganik dan belum dioptimalkan manfaatnya untuk lahan pertanian.

Jadi, integrasi tanaman dan ternak dalam sistem usahatani dapat digolongkan ke dalam pertanian berkelanjutan dengan input luar rendah *(LEISA = Low External Input Sustainable Agriculture)*. LEISA merupakan pilihan yang layak bagi banyak petani di Indonesia, lebih-lebih dalam kondisi sekarang di mana harga-harga input luar seperti pupuk dan pestisida cenderung terus meningkat tanpa diimbangi kenaikan harga produk. Menurut Reijntjes (1999) LEISA mengacu pada bentuk-bentuk pertanian sebagai berikut:

- Berusaha mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya lokal yang ada dengan mengkombinasikan berbagai macam komponen sistem usahatani, yaitu tanaman, hewan, tanah, air, iklim, dan manusia sehingga saling melengkapi dan memberikan efek sinergi yang paling besar.
- Berusaha mencari cara pemanfaatan input luar hanya bila diperlukan untuk melengkapi unsur-unsur yang kurang dalam ekosistem dan meningkatkan sumberdaya biologi, fisik, dan manusia. Dalam memanfaatkan input luar, perhatian utama diberikan pada maksimalisasi daur ulang dan minimalisasi kerusakan lingkungan.

Integrasi usaha tanaman dan ternak adalah alternatif yang sangat relevan untuk diterapkan sebagai sistem usahatani berwawasan pertanian berkelanjutan. Integrasi tanaman dengan ternak selain dapat meningkatkan pendapatan usahatani, sekaligus dapat memperbaiki struktur lahan melalui penggunaan pupuk kandang. Untuk lahan sawah, usaha ternak sapi potong adalah pilihan terbaik untuk diintegrasikan dengan usaha tanaman padi. Untuk lahan kering, usaha ternak sapi atau kambing/domba dapat diintegrasikan dengan tanaman pangan atau perkebunan.



Gambar. 2.. Hubungan tanaman dan ternak dalam sistem integrasi rumah tangga usahatani (Khan et al., 1990)

Beberapa contoh integrasi tanaman dengan usaha ternak, meliputi keterpaduan usaha **tanaman sayur-sayuran dengan ternaksapi dengan** merupakan salah satu upaya pemanfaatan produk samping/ikutan yang dipelihara di kawasan sayur-sayuran atau memanfaatkan sisa-sisa sayuran yang sudah afkir dan tidak layak dipasarkan yang dapat digunakan sebagai pakan **ternak sapi**. Namun pemanfaatan limbah sayuran sebagai pakan **ternak**tidak dapat diharapkan banyak karena limbah sayuran potensinya sangat sedikit. Oleh karena itu pola keterpaduan antara **ternak sapi** dengan areal **tanaman**sayur-sayuran dapat dilakukan secara terpisah antara ternak dan areal **tanaman**sayuran atau merupakan satu kesatuan. Agar tidak mengganggu **tanaman**sayuran maka **ternak sapi** harus dikandangkan. Untuk memanfaatkan sisa-sisa rumput dari pembersihan tanaman, sisa sayuran dan kotoran ternak sapi dibuat kompos dan pupuk organik. Hasil pembuatan pupuk kompos maupun pupuk kandang diperlukan untuk **tanaman** sayuran dalam rangka peningkatan produksi maupun mengurangi ketergantungan pupuk buatan.

Manfaat yang diperoleh bagi **ternak sapi** lebih ditujukan pada pemanfaatan hijauan yang ditanam pada areal **tanaman** sayuran sebagai **tanaman** penguat teras dan sebagai

tanaman pelindung. Dalam rangka penyediaan pakan hijauan **ternak** dilakukan dengan pola tiga strata (Nitis, 2001) yaitu **tanaman**sayuran, **tanaman***legum herba* atau rerumputan dan **tanaman***legum* pohon.

Contoh lain dari integrasi tanaman padi dengan ternak sapi adalah Pelaksanaan SIPT dilaksanakan melalui penerapan teknologi pengolahan hasil samping **tanaman**padi seperti jerami padi dan hasil ikutan berupa dedak padi yang dapat dimanfaatkan oleh **ternak sapi** sebagai pakan **sapi**. Sedangkan kotoran **ternak sapi** dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pupuk organik yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah di areal persawahan.

Produk samping **tanaman**padi berupa jerami mempunyai potensi yang cukup besar dalam menunjang ketersediaan pakan **ternak**. Produksi jerami padi dapat tersedia dalam jumlah yang cukup besar rata-rata 4 ton/ha dan setelah melewati proses fermentasi dapat menyediakan bahan pakan untuk **sapi**sebanyak 2 ekor/tahun. Untuk dapat dimanfaatkan secara optimal agar disukai **ternak**maka sebelum diberikan pada **ternak**dilakukan pencacahan, fermentasi ataupun amoniasi.

Jerami padi yang telah difermentasi siap untuk digunakan sebagai bahan dasar untuk pakan **sapi**namun dapat ditambahkan dengan bahan pakan lainnya secara bersama-sama seperti hijauan *legum* (*lamtoro, kaliandra, turi*) yang dibudidayakan di areal pematang atau pagar kebun.

Pemberian jerami disesuaikan dengan ukuran tubuh **sapi. Sapi** dewasa umumnya diberikan sejumlah 20 – 30 kg jerami per hari dan dipercikkan air garam untuk menambah nafsu makan. Penambahan bahan pakan lain seperti dedak padi atau hijauan *legum* dapat disesuaikan dengan ketersediaan bahan di lokasi.

Kotoran **sapi**berupa *feses, urine* dan sisa pakan dapat diolah menjadi pupuk organik padat dan cair untuk dimanfaatkan di areal persawahan sedangkan sisanya dapat dijual untuk menambah pendapatan petani. Seekor **sapi**dapat menghasilkan kotoran sebanyak 8 – 10 kg setiap hari, urine 7 – 8 liter setiap hari dan bila diproses menjadi pupuk organik (padat dan cair) dapat menghasilkan 4 – 5 kg pupuk. Dengan demikian satu ekor **sapi**dapat menghasilkan sekitar 7,3 – 11 ton pupuk organik per tahun, sementara penggunaan pupuk organik pada lahan persawahan adalah 2 ton/ha untuk setiap kali tanam sehingga potensi pupuk organik yang ada dapat menunjang kebutuhan pupuk organik untuk 1,8 – 2,7 hektar dengan dua kali tanam dalam setahun.

Dalam pola CLS integrasi dapat juga dilakukan antara tanaman kelapa sawit dengan ternak. Adapun keberhasilan sistem integrasi ternak dengan perkebunan kelapa sawit adalah

dengan memanfaatkan pengolahan limbah perkebunan/pabrikan sebagai sumber pakan ternak, pengolahan kompos yang berkualitas dalam waktu pendek, pendugaan kapasitas tampungan lahan perkebunan untuk jenis ternak tertentu, pemanfataan hijauan pakan yang ada di bawah dan sekitar perkebunan kelapa sawit serta tata kelola pemelihararan ternak yang intensif (Syarifuddin, 2009).

Sistem integrasi kelapa sawit dengan ternak (sapi, kerbau, kambing dan domba) merupakan suatu peluang untuk meningkatkan kesejahteraan petani-peternak.Integrasi ternak kedalam perkebunan kelapa sawit dilakukan dengan pendekatan LEISA (*Low Eksternal Input System Agriculture*), dimana ketergantungan antara tanaman perkebunan dan ternak dapat memberi keuntungan pada kedua subsektor tersebut. Pada dasarnya keterpaduan ini menjadi daur ulang " *resource driven* " sumber daya yang tersedia secara optimal. Hasil samping dari limbah perkebunan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak, sedangkan kotoran ternak dan sisa pakan ternak serta hasil panenan yang tidak dapat digunakan untuk pakan dapat didekomposisi menjadi kompos sebagai penyedia unsur hara untuk meningkatkan kesuburan lahan.

Vegetasi Di Perkebunan Kelapa Sawit

Analisis vegetasi dilakukan pada tipe vegetasi yang terdapat di perkebunan kelapa sawit dengan membuat petak pengamatan. Untuk mengetahui komposisi atau jenis dan struktur vegetasi digunakan metode kombinasi jalur dan garis berpetak (Kusmana 1997; Soerianegara, dan Indrawan, 2005; Syarifuddin, 2009). Disain petak contoh untuk melakukan anaisis vegetasi di perkebunan sawit dapat dilihat pada Gambar 3.

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas petak ukur}}$$

$$\text{Kerapatan relative (\%)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis x 100}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}}$$

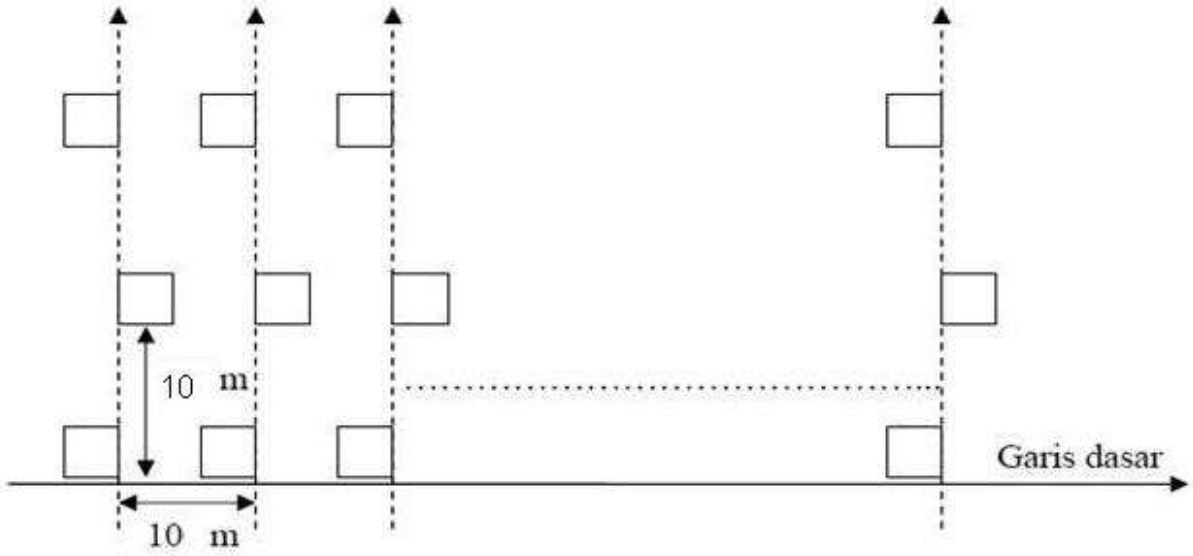
$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah sub petak ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh sub petak pengamatan}}$$

$$\text{Frekuensi relatif (\%)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis x 100}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}}$$

$$\text{Dominansi} = \frac{\text{Jumlah LB dasar suatu jenis (Luas Penutupan)}}{\text{Luas areal sampel}}$$

$$\text{Dominansi relative (\%)} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis x 100}}{\text{Dominansi seluruh jenis}}$$

Nilai penting = Kerapatan relatif + Dominansi relatif + Frekuensi relatif



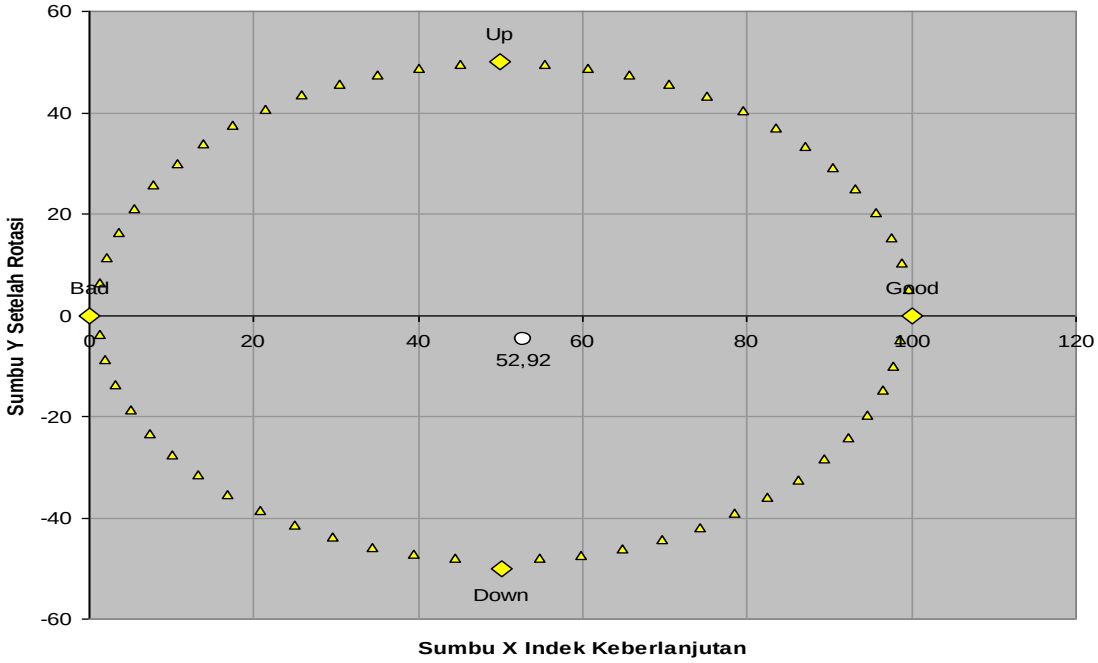
Gambar 3. Desain petak-petak contoh dengan metode garis berpetak

Umumnya hijauan yang ditemukan di bawah dan di sekitar tanaman kelapa sawit yaitu; *Axonopus compressus, Paspalum* sp, *Leersia hexandra, Brachiaria* sp, *Ludwigia perennis, Cyperus kyllingia, Malestoma affine, Amaranthus spinosus, Nephrolepis* sp, *Ottochloa nodosa, Panicum repens, Eleusine indica*.

Usaha tani sistem integrasijuga turut mengurangi pencemaran air dan tanah, karena berkurangnya penggunaan pupuk kimia dan pestisida untuk input usaha tani. Sistem integrasi mampu meningkatkan kesuburan tanah dengan cara memperkaya unsur hara dalam tanah dan menambah ketebalan humus sehingga produktivitas lahan dapat ditingkatkan dari tahun ke tahun.Syarifuddin (2010) menyatakan integrasi ternak sapi dengan perkebunan kelapa sawit memberikan nilai indeks keberlanjutan sebesar 52,92 (pada Gambar 4) yang berarti kegiatan *crop livestoctk system* memiliki tingkat berkelanjutan yang cukup. Sebaliknya bila dilakukan usaha tani monokulturdimana penggunaan pupuk kimia dan pestisida tinggi maka mengakibatkan produktivitas lahan semakin menurun (Syarifuddin, 2009).

Secara umum manfaat pupuk kandang adalah memperbaiki keadaan fisik, kimia dan biologi tanah, berupa memudahkan penyerapan air hujan, memperbaiki daya mengikat air, mengurangi erosi, memberikan lingkungan tumbuh yang baik bagi kecambah biji dan akar, serta sebagai pemasok unsur hara tanaman. Dibandingkan dengan pupuk organik yang lain, pupuk kandang lebih banyak mengandung unsur N. Sapi jantan berat sekitar 450 kg

menghasilkan 10 ton kotoran kering atau sekitar 1-2 ton kotoran pertahun yang didalamnya mengandung pupuk dan *urine*, sedangkan *urine* sapi mengandung nitrogen (Dwiyanto dan Haryanto. 2003).



Gambar 4. Analisis ISUS-CLS yang Menunjukkan nilai Keberlanjutan Pengelolaan Usaha tani Pola CLS di Kecamatan Sungai Bahar.(Syarifuddin, 2010)

Hasil analisis vegetasi hijauan yang terdapat di perkebunan kelapa sawit pada empat kabupaten di Provinsi Jambi menurut Syarifuddin (2010) disajikan pada Tabel 1 sampai Tabel 4, sebagai berikut;

Tabel 1. Hasil analisis vegetasi di Desa Sakean yang berada pada 01°.33'.662 LS dan 103° .42'.724" BT, desa Sungai Bahar pada posisi 01°.57'.746" LS dan 103 °. 26'.423" BT.Kabupaten Muaro Jambi

Vegetasi	K	KR (%)	F	FR (%)	INP %
Cyperus kyllingia Endl	137083,33	27,42	0,90	27,27	54,69
Ottochloa nodosa (Kunth) Dandy	139126,56	27,83	1,00	18,87	46,69

Tabel 2. Hasil analisis vegetasi di Desa Kuamang Kuning (I), Kuamang Kuning (II) dan Kuamang Kuning (III) berada pada 01 °.35'.610" LS dan 102 °.17'.733" BT Kabupaten Muara Bungo.

Vegetasi	K	KR (%)	F	FR (%)	INP %
Ludwigia perennis L. (I)	160238,10	32,59	0,90	29,03	61,62
Ludwigia perennis L. (II)	341666,67	68,33	1,00	47,62	115,95
Ageratum conyzoides L. (III)	119444,44	24,97	0,80	17,78	42,75

Tabel 3. Hasil analisis vegetasi di Rimbo Bujang (I), dan Rimbo Bujang (II) berada pada 01°.18'.925" dan 102 °.05'.894" BT Kabupaten Muara Tebo

Vegetasi	K	KR (%)	F	FR (%)	INP %
Ludwigia perennis L. (I)	196666,67	39,33	1,00	30,30	69,64
Ottochloa nodosa (Kunth) Dandy (II)	186666,67	37,97	1,00	32,26	70,22

Tabel 4. Hasil analisis vegetasi di Bukit Bungkul (I), Bukit Bungkul (II), Bukit Bungkul (III)berada pada 02°.11'.371" LS dan 102 °.21'.031" BT Kabupaten Merangin.

Vegetasi	K	KR (%)	F	FR (%)	INP %
Axonopus compressus (Sw.) Beauv. (I)	101111,11	20,61	1,00	15,15	35,77
Ludwigia perennis L. (II)	146190,48	30,04	1,00	20,83	50,87
Axonopus compressus (Sw.) Beauv. (III)	255000,00	51,86	1,00	34,48	86,35

Vegetasi hijauan pakan yang terdapat di empat Kabupaten memiliki nilai indeks keseragaman (Evenness=J') yang tertinggi 0.85 terdapat di desa Kuamang Kuning (III) Kabupaten Muara Bungo, sedangkan indeks keanekaragaman (Hmax) tertinggi 4.09 terdapat di desa Bukit Bungkul (II) Kabupaten Merangin. Tingginya nilai INP suatu vegetasi pada daerah tertentu menunjukkan bahwa vegetasi tersebut dominan dan mampu beradaptasi dengan daerah setempat.

Keragaman jenis vegetasi hijauan pakan ternak dapat dilakukan dengan mengintroduksi jenis rumput dan legume yang mampu beradaptasi dengan perkebunan kelapa sawit. Perbaikan ekstensif dapat dilakukan dengan (1) menebarkan benih leguminosa pada perkebunan kelapa sawit, (2) mengganti jenis-jenis hijauan yang ada dengan pertanaman campuran rumput dan leguminosa eksotik (3) penanaman leguminosa monokultur sebagai bank protein. Jenis- jenis leguminosa yang umum dipakai adalah *Centrosema pubescens, Stylosanthes guianensis, Pueraria phaseoloides, Leucaena leucocephala, Desmodium heterophylum, Macroptillium atropurpureum* dan *Desmodium intortum*. Sedangkan jenis-jenis rerumputan yang umum dipakai adalah *Panicum maximum, Setaria anceps, Digitaria decumbens, Brachiaria mutica, Digitaria* spp, *Beta* sppdan *Brachiaria humidicola* (Nitis, 2001**;** Casella, Charudattan dan Vurro. 2010).

Rerumputan ataupun leguminosa bermanfaat untuk mengurangi erosivitas tanah. Didapatkan adanya korelasi negatif antara kehilangan tanah harian dan curah hujan harian sedangkan kehilangan tanah itu berkorelasi negatif dengan waktu periode pertumbuhan kembali setelah tanaman dipanen. Dengan demikian, pemeliharaan hamparan rumput dapat mengurangi resiko erosi. Menurut Indrasti dan Fauzi (2009)

Penggunaan hijauan yang terdapat di bawah perkebunan kelapa sawit merupakan rangkaian dari kegiatan produksi bersih (*Reuse, reduce* dan *recycle)*.

Pada prinsipnya, pengembangan hijauan pakan di suatu daerah atau lokal tertentu bertujuan untuk mencukupi kebutuhan hijauan pakan secara terus menerus yang secara kuantitatif dan kualitatif dapat dijamin agar produksi ternak di daerah yang bersangkutan sesuai dengan harapan. Disamping itu, penanaman hijauan pakan dapat dikaitkan dengan berbagai tujuan lain seperti (1) mengurangi/mencegah bahaya erosi (2) pendayagunaan lahan kritis (3) meningkatkan efisiensi usaha peternakan (4) penyediaan bahan bakar, misalnya dari pepohonan pakan ternak (5) naungan tanaman perkebunan, misalnya perkebunan kopi, kelapa sawit, (6) pagar sekitar rumah.

DAFTAR PUSTAKA

Basuni. R., Muladno., C. Kusmana dan Suryahadi. 2010**.**Model Sistem Integrasi Padi-Sapi Potong Di Lahan Sawah. Forum Pascasarjana Vol. 33 No. 3 Juli 2010:177-190

Bruchem, J.V. dan G. Zemmelink. 1995. Towards Sustainable Ruminant Livestock Production in Tropics Opportunities and Limitations of Rice Straw Based Systems. *Buletin Peternakan*. Edisi Spesial, Fakultas Peternakan, UGM, Yogyakarta; h: 39 – 51.

Casella, F., R.Charudattan and M. Vurro. 2010. Effectiveness and technological feasibility of bioherbicide candidates for biocontrol of Green Foxtail (Setaria viridis). Biocontrol Science & Technology; Nov 2010, Vol. 20 Issue 10, p1027-1045, 19p. ISSN**:**09583157

DillonH.S.,M.H.Sawit,P.Simatupang,danS.R.Tabor.1999.RicePolicy:AFrameworkforThe NextMillenium.ReportPreparedforBulog,Jakarta.

Diwyanto, K. 2001. Model Perencanaan Terpadu: Integrasi Tanaman-ternak (Crop-Livestock System). Makalah Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Auditorium Balai Penelitian Veteriner Bogor, 17-18 September 2001.

Diwyanto, K dan A. Priyanti. 2001. ProspekPengembanganTernakPolaIntegrasi BerbasisSumberdayaLokal. Prosiding Lokakarya Pengembangan Sistem IntegrasiKelapa Sawit-Sapi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor. hal.10-19.

Dwiyanto, K., dan B. Haryanto. 2003. Integrasi ternak dengan usaha tanaman pangan. Makalah disampaikan pada Temu Aplikasi Paket Teknologi di BPTP Jawa Barat. 8-9 Desember 2003.

Indrasti, N.S dan A.M. Fauzi. 2009. Produksi Bersih. IPB Press. Bogor.

Karama, A. S. dan A. Sofyan. 1997. Strategi Pemanfaatan Sumberdaya Pertanian Untuk Meningkatkan Daya Saing Pertanian. *Membangun Kemandirian Dan Daya Saing*

Pertanian Nasional Dalam Menghadapi Era Industrialisasi Dan Perdagangan Bebas. Prosiding Konferensi Nasional XII PERHEPI, PERHEPI, Jakarta ; h 57-73.

Khan, M. A. S. ; Bain, S. K. ; Akbar, M. A. ; Chowdhury, S. A., 1990. Studies on the effect of feeding urea treated rice straw supplemented with different levels of fishmeal in early lactating dairy cows. Bangladesh J. Anim. Sci., 19 (1-2): 119-130

Kusmana, C. 1997. Metode Survey Vegetasi. IPB. Bogor.

Nitis I M. 2001. Peningkatan Produktivitas Peternakan dan Kelestarian Lingkungan Pertanian Lahan Kering Dengan Sistem Tiga Strata. Universitas Udayana. Bali.

Pakpahan, A. 2000. Membangun Pertanian Indonesia Masa Depan. *Pembangunan Pertanian Ke Depan: Bunga Rampai Pemikiran Menuju Ketahanan Pangan*. Editor: Rudi Wibowo, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta; h: 69-81.

Parr, J.F., B.A. Stewart, S.B. Hornick, dan R.P. Singh. 1990. Improving the Sustainability of Dryland Farming System: A Global Perspective. Dalam Singh, R.P., J.F. Parr, dan B.A. Stewart. Dryland Agriculture: Strategies for Sustainability. Advances in Soil Science, Volume 13, Springer-Verlag New York Inc., hal. 1-8.

Rangnekar, D.V., M.S. Sharma dan O.P. Gahlot. 1995. Towards Sustainable Ruminant Livestock Production in Tropics Opportunities and Limitations of Rice Straw Based Systems. *Buletin Peternakan*. Edisi Spesial, Fakultas Peternakan,UGM, Yogyakarta; h: 33-37.

Reijntjes, C., B. Haverkort dan A. Waters-Bayer. 1999. Pertanian Masa Depan: Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah. Edisi Indonesia, Terjemahan Sukoco, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Singh, R.P., J.F. Parr, dan B.A. Stewart. 1990. Dryland Agriculture: Strategies for Sustainability. Advances in Soil Science, Volume 13, Springer-Verlag New York Inc., hal. 1-8.

Soerianegara, I dan A. Indrawan. 2005. Ekologi Hutan Indonesia. Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Syarifuddin H. 2009. Metode Survei Satwa dan Tumbuhan. CV Gilang Raya Jambi.

Syarifuddin H. 2010. Integrasi Ternak Sapi Dengan Tanaman Kelapa Sawit Berbasis Indek Keberlanjutan Studi Kasus Di Sungai Bahar. Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains Vol XII. No 4, Edisi September 2010. ISSN:0852-8349. Hal 29-35.

Teguh P., J. Handoyo., J. Pramono,, dan C. Setiani. 2001. Integrasi Tanaman-Ternak Pada Sistem Usahatani Di Lahan Irigasi. Makalah Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Auditorium Balai Penelitian Veteriner Bogor, 17-18 September 2001.

Thorbecke, E. dan T.v.d. Pluijm. 1993. RURAL INDONSIA: Socio-Economic Development In A Changing Environment. International Fund for Agricultural Development by New York University Press.

BAB III

PENINGKATAN KARAKTERISTIK KARKAS DAN SIFAT-SIFAT DAGING KERBAU DAN SAPI DENGAN PEMBERIAN PAKAN YANG MENGANDUNG ASAM LEMAK TERPROTEKSI

Yurleni[1], Rudy Priyanto[2], I Komang G Wiryawan[3]
[1)]Fakultas Peternakan Universitas jambi. [2)]Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, [3)]Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor

PENDAHULUAN

Daging kerbau yang dijual dipasar tradisional umumnya berasal dari ternak yang dipotong pada umur tua, ternak yang dipekerjakan dan ternak afkir. Sehingga daging yang dihasilkan mempunyai kualitas yang rendah, yaitu daging menjadi keras dan liat, warna daging lebih gelap dan baunya lebih tajam. Akibatnya daging kerbau kurang disukai oleh konsumen. Daging kerbau dapat ditingkatkan kualitasnya seperti daging sapi dengan cara digemukkan. Penggemukan pada kerbau selain meningkatkan performa pertumbuhan juga memperbaiki kualitas karkas dan sifat-sifat daging.

Pakan penggemukan terdiri dari hijauan dan konsentrat dan dapat ditambahkan pakan suplemen. Salah satu pakan suplemen yang tinggi kandungan energinya adalah minyak ikan. Minyak ikan juga mengandungan asam-asam lemak tak jenuh rantai panjang yang tinggi (PUFA/*polyunsaturated fatty acid*) terutama asam lemak omega-3 yaitu EPA (*Eicosapentaenoic acid*, $_{C20:5(n-3)}$) dan DHA (*Docosahexaenoic acid*, $C_{22:6(5-3}$ (Rusmana *et al*. 2008; Saldanha *et al*. 2007). Asam lemak omega-3 merupakan senyawa bioaktif dan mempunyai efek fisiologis yang menguntungkan kesehatan manusia (Estiasih 2009). Pemberian asam lemak ini dapat memperbaiki kandungan asam lemak tak jenuh rantai ganda dalam jaringan tubuh ternak.

EPA dan DHA mempunyai peran yang sangat penting bagi kesehatan, terutama dalam pemeliharaan dan perkembangan janin serta kemampuan belajar anak. EPA terutama berperan untuk memperlancar aliran darah, berfungsi sebagai penghasil prostaglandin E_3 dan menghambat perbanyakan platelet sehingga aliran darah lancar. Selain itu asam-asam lemak ini juga mempunyai fungsi spesifik dan sangat berperan dalam pertumbuhan, mencegah berbagai penyakit seperti penyakit jantung, kanker dan inflamasi serta berpengaruh positif terhadap metabolisme tubuh termasuk perkembangan otak dan retina (Riis 1983; King *et al*. 2008;Estiasih 2009).

Pemberian asam lemak pada ternak ruminansia, dalam rumen akan mengalami biohidrogenasi oleh mikroorganisme rumen sehingga penyerapan didominasi oleh asam lemak jenuh. Biohidrogenasi asam lemak dalam rumen dapat diatasi dengan pemberian lemak yang tinggi asam lemak tidak jenuh yang dilapisi dengan suatu material yang tidak dapat dimetabolisme oleh mikroorganisme rumen, tetapi dapat dicerna dalam usus halus. Untuk melindungi asam-asam lemak yang terkandung dalam minyak ikan dilakukan proses hidrolisis pada minyak ikan sehingga menghasilkan garam karboksilat.

Tetapi kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi dalam daging dapat menyebabkan bau pada daging lebih tajam karena asam lemak tidak jenuh mudah mengalami otooksidasi (Muika *et al*. 2005). Oksidasi asam lemak tidak jenuh merupakan reaksi utama yang bertanggung jawab atas terjadinya degradasi lemak, yang diawali dengan terbentuknya radikal bebas. Terbentuknya radikal bebas mengakibatkan timbulnya peroksida-peroksida yang bila mengalami dekomposisi akan menghasilkan zat-zat kimia (Marquez-Ruiz *et al.* 2008; Rukmiasih *et al.* 2010) yang berbau khas.

Atas dasar pemikiran diatas maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh suplementasi pakan yang mengandung asam lemak terproteksi yang berasal dari minyak ikan lemuru dalam bentuk campuran garam karboksilat kering (CGKK) terhadap karakteristik karkas dan sifat-sifat daging kerbau dan sapi yang dihasilkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh pemberian CGKK terhadap peningkatan karakteristik karkas dan sifat-sifat daging terutama sebagai pangan fungsional (functional food) yang mengandung senyawa bioaktif yang menguntungkan bagi kesehatan.

Karakteristik Karkas

Faktor yang menentukan nilai karkas meliputi berat karkas, jumlah daging yang dihasilkan dan kualitas daging dari karkas yang bersangkutan. Nilai karkas dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin atau tipe ternak yang menghasilkan karkas, umur atau kedewasaan ternak dan jumlah lemak intramuskuler atau marbling dalam otot (Soeparno 2011).

Pada tabel terlihat bahwa, tidak terdapat pengaruh interaksi dan pengaruh perlakuan pakan terhadap karakteristik karkas. Persentase karkas pada kerbau lebih rendah dibandingkan dengan sapi. Hal ini disebabkan oleh bobot total komponen non karkas pada kerbau lebih tinggi, terutama pada kepala, jeroan hijau dan jeroan merah (Tabel 2). Konsumsi zat-zat makanan yang tinggi pada kerbau menyebabkan pertambahan bobot badan harian dan bobot badan akhir yang tinggi pada kerbau tidak diikuti dengan pertumbuhan

komponen karkas. Menurut Kuswandi (2007), persentase karkas dan porsi otot dalam karkas pada kerbau lebih rendah dibanding sapi-sapi lokal (Madura, Ongole, Bali dan Grati) hal ini diduga karena perut yang besar, tulang lebar, kulit tebal dan kepala yang mempunyai tanduk lebih besar. Hasil penelitian Spanghero *et al*. (2004), pada bobot dan persentase karkas sapi Simmental dan kerbau lokal dengan pemberian pakan yang sama terhadap bobot potong, tidak berbeda nyata (bobot potong 322 kg vs 308 kg; bobot karkas 171.1 kg vs 162 kg; persentase karkas 53.2% vs 52.6%). Selain dipengaruhi oleh komponen non karkas persentase karkas yang rendah pada ternak kerbau diduga dipengaruhi oleh perkawinan inbreeding antara ternak kerbau yang tinggi sehingga mempengaruhi kemunduran dalam produksi (Bahri dan Talib 2008).

Tabel 1 Rataan karakteristik karkas berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak.

Perlakuan	Peubah					
	Karkas (kg)	Karkas (%)	TLP (mm)	Luas udamaru (cm^2)	Warna daging	Warna lemak
Pakan						
Non CGKK	147.27	49.43	1.19	57.88	4.83	2.25
CGKK	150.44	49.15	0.65	49.83	4.88	2.38
Jenis Ternak						
Sapi	151.13	52.09	0.60	78.49	3.88	2.63
Kerbau	146.58	46.49	1.25	29.21	5.83	2.00
Pengaruh						
Pakan (P)	TN	TN	TN	TN	TN	TN
Jenis Ternak (JT)	TN	*	TN	*	*	*
P x JT	TN	TN	TN	TN	TN	TN
SEM	12.19	2.39	0.80	22.95	0.58	0.42

Keterangan: CGKK = Campuran garam karboksilat kering, *SEM* = Standard error of means, TN = Tidak beda nyata, *Berbeda nyata, TLP = Tebal lemak punggung, Udamaru = Urat daging Mata rusuk.

Komposisi karkas dapat diprediksi menggunakan kombinasi antara bobot karkas, tebal lemak punggung dan luas urat daging mata rusuk. Dilihat dari luas urat daging mata rusuk pada ternak kerbau lebih kecil dibandingkan dengan sapi. Rendahnya luas urat daging mata rusuk menggambarkan rendahnya persentase karkas pada kerbau. Besarnya proporsi daging karkas dapat ditentukan dari luas urat daging mata rusuk, yaitu makin luas urat daging mata rusuk berarti makin besar proporsi urat daging pada karkas. Hasil ini sejalan dengan penelitian Irurueta *et al.* (2008), pada kerbau luas urat daging mata rusuk lebih rendah yaitu 50.92 cm^2 dibandingkan dengan sapi persilangan Brangus x Angus, Fleckvieh x Angus dan Limousin x Angus (62.16, 76.90 dan 74.82 cm^2). Berat karkas sapi 151.13 kg dengan tebal lemak punggung 0.53 mm dan luas urat daging mata rusuk 78.49 mm dibandingkan dengan berat karkas kerbau 146.58 kg dengan tebal lemak punggung 1.34 mm

dan luas urat daging mata rusuk 29.21mm dapat dikatakan bahwa karakteristik karkas pada ternak sapi lebih baik daripada kerbau. Sedangkan tebal lemak punggung berkisar antara 0.37-1.56, hasil ini lebih rendah dengan hasil penelitian Prado *et al.* (2008) pada sapi persilangan *bos taurus* x *bos indicus* dan *bos taurus* x *bos taurus* dimana tebal lemak punggung (mm) 2.6-3.8, perbedaan ini diduga bahwa ternak yng digunakan pada penelitian masih dalam masa pertumbuhan otot.

Warna lemak pada daging kerbau dan sapi berada pada kisaran intensitas warna putih. Tetapi intensitas warna pada lemak kerbau lebih rendah dibandingkan dengan sapi. Intensitas warna pada daging kerbau lebih putih terang sedangkan intensitas warna lemak pada daging sapi mendekati kearah putih kekuningan. Lemak kerbau berwarna lebih putih dan warna lemak daging sapi agak lebih kuning. Perbedaan ini disebabkan oleh konsentrasi pigmen karotenoid yang larut dalam lemak (Soeparno 2011) selain itu juga disebabkan oleh lemak *intramuskule*r (marbling) pada kerbau lebih sedikit yaitu 2-3% sedangkan pada sapi 3-4% (Miskiyah dan Umiyati 2006).

Intensitas warna pada daging kerbau lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas warna pada daging sapi. Warna daging kerbau adalah merah cerah mendekati merah tua sedangkan intensitas warna pada daging sapi adalah merah muda mendekati merah cerah. Hasil ini sejalan dengan penilaian atribut warna secara sensori menggunakan panelis, menghasilkan warna daging kerbau yang lebih gelap dibandingkan dengan warna daging sapi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ternak kerbau yang dipelihara secara intensif dan dipotong pada umur muda mempunyai warna lebih merah dibandingkan dengan warna daging sapi. Matassino *et al.* (1984) dan Gigli *et al.* (1993) menyatakan bahwa warna daging kerbau lebih merah/terang dibandingkan dengan warna daging sapi Italian Friesian dan Romagnola pada umur potong 18 bulan. Selanjutnya Gigli *et al.* (1993) memperlihatkan bahwa warna daging kerbau umur 18 bulan lebih terang dari pada warna daging sapi umur 18 bulan. Perbedaan spesies antara kerbau dan sapi menyebabkan konsentrasi mioglobin berbeda, karna warna daging dipengaruhi oleh kandungan mioglobin. Kandungan mioglobin pada daging bervariasi yaitu 2.7-9.4 mg/g tergantung umur ternak. Pada ternak yang lebih tua warna daging lebih gelap karena kandungan mioglobin daging lebih tinggi. Daging kerbau yang dijual di pasar tradisional warna daging lebih gelap daripada sapi, hal ini disebabkan karena dipengaruh umur pada saat pemotongan (Spanghero *et al.* 2004; Anjaneyulu *et al*. 2007).

Kommponen Non Karkas

Peningkatan bobot hidup tidak hanya diikuti oleh peningkatan bobot karkas tetapi juga diikuti oleh peningkatan berat komponen non karkas. Berat komponen non karkas pada kedua jenis ternak dan perlakuan pakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa interaksi pakan perlakuan dengan jenis ternak terhadap berat total dan komponen masing-masing non karkas tidak berpengaruh nyata. Suplementasi CGKK berpengaruh nyata terhadap berat total komponen non karkas dan sangat nyata terhadap berat kulit dan kaki. Meningkatnya berat total komponen non karkas pada ternak yang disuplementasi CGKK dipengaruhi oleh peningkatan pada berat kulit dan kaki. Hal ini sejalan dengan peningkatan konsumsi dan VFA yang dihasilkan sebagai sumber energi pada ternak yang disuplementasi CGKK, tetapi peningkatan berat komponen non karkas ini tidak signifikan meningkatkan pertambahan bobot badan ternak.

Tabel 2 Rataan berat komponen non karkas berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak.

Perlakuan	Peubah (kg)							
	Kepala	Ekor	Kulit	Kaki	Jeroan hijau	Jeroan merah	FRP	Total
Pakan								
NCGKK	16.29	0.72	27.67	28.38	11.79	11.66	10.96	107.48
CGKK	17.57	0.70	33.67	34.37	12.37	12.78	10.91	122.35
Jenis Ternak								
Sapi	15.75	0.92	30.00	30.92	11.06	10.80	9.39	108.83
Kerbau	18.11	0.50	31.33	31.84	13.11	13.64	12.47	121.00
Pengaruh								
Pakan (P)	TN	TN	**	**	TN	TN	TN	*
Jenis Ternak	*	**	TN	TN	**	**	TN	*
P x JT	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN
SEM	1.91	0.10	3.12	3.16	0.75	1.06	2.82	9.58

Keterangan: CGKK = Campuran garam karboksilat kering, NCGKK = Non campuran garam karboksilat kering,*SEM* = Standard error of means, P=Pakan, JT= Jenis ternak, TN = Tidak beda nyata, *Berbeda nyata, ** Berbeda sangat nyata, P=Pakan, JT=Jenis ternak, FRP= Fat rongga perut.

Berat total komponen non karkas, kepala, jeroan hijau dan jeroan merah lebih tinggi pada kerbau dibandingkan dengan sapi. Berat total komponen non karkas pada kerbau dipengaruhi oleh berat kepala, jeroan hijau dan jeroan merah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Spanghero *et al.* (2007) pada ternak kerbau Italian Mediterranean dan sapi Italian Simmental yang digemukkan pada umur 7-10 bulan dengan pemberian pakan yang sama menghasilkan proporsi kulit, kepada dan saluran pencernaan total terhadap berat karkas lebih berat pada ternak kerbau daripada sapi. Berat jeroan hijau menggambarkan volume isi rumen, hal ini berhubungan dengan konsumsi pakan dan kemampuan mencerna

pakan berkualitas rendah dengan kandungan serat kasar tinggi pada ternak kerbau (Sarwar *et al.* 2009). Semakin besar volume rumen semakin banyak pakan yang dapat dikonsumsi oleh ternak dan ini sejalan dengan tingginya konsumsi pakan pada ternak kerbau. Berat jeroan merah menggambarkan aktivitas pada organ dalam yang lebih aktif untuk menyangga proses dan pemanfaatan zat-zat makanan yang berasal dari pakan berkualitas rendah menjadi energi untuk hidup pokok, pertumbuhan dan reproduksi (Spanghero *et al*. 2007 dan Sarwar *et al*. 2009). Tingginya berat non karkas pada ternak kerbau menyebabkan persentase karkas lebih rendah dibanding dengan sapi.

Komponen Karkas

Pada pertumbuhan ternak, tiga jaringan utama yang mengalami pertumbuhan adalah tulang, otot dan lemak. Komponen karkas ini sebagai tolok ukur untuk kepentingan komersial. Tulang sebagai penyusun kerangka tubuh memiliki fungsi sebagai bingkai dasar membentuk tubuh (frame), tumbuh lebih awal, namun memiliki laju pertumbuhan lebih lambat kemudian diikuti oleh otot dan terakhir yang bertumbuh adalah jaringan lemak. Kecepatan pertumbuhan masing-masing komponen karkas berbeda, sampai mencapai dewasa tubuh. Rataan komponen bobot setengah karkas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rataan komponen bobot setengah karkas berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak[+)].

Perlakuan	Peubah						
	Daging (kg)	%	Tulang (kg)	%	Lemak (kg)	%	Rasio D:T
Pakan							
Non CGKK	49.77	67.38	18.77	25.43	5.35	7.18	2.68
CGKK	50.76	68.44	18.42	25.03	4.88	6.52	2.77
Jenis Ternak							
Sapi	49.79	67.23	19.62	26.59	4.67	6.18	2.55
Kerbau	50.75	68.59	17.57	23.87	5.55	7.54	2.89
Pengaruh							
Pakan (P)	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN
Jenis Ternak (JT)	TN	TN	*	*	TN	TN	TN
P x JT	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN
SEM	2.26		1.57		1.20		0.29

Keterangan: CGKK = Campuran garam karboksilat kering, *SEM* = Standard error of means, TN = Tidak beda nyata, *Berbeda nyata, ** Berbeda sangat nyata.

[+)] Data dikoreksi berdasarkan bobot setengah karkas.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi dan pengaruh perlakuan pakan terhadap komponen karkas. Berat dan persentase tulang antara kerbau dengan sapi berbeda. Berat dan persentase tulang kerbau lebih rendah daripada sapi. Rendahnya berat tulang pada kerbau disebabkan oleh berat karkas pada kerbau lebih rendah

hal ini disebabkan oleh persentase karkas pada kerbau lebih rendah, walaupun berat karkas tidak berbeda nyata. Hal ini menggambarkan bahwa pertumbuhan tulang pada kerbau lebih lambat dan masih terus bertumbuh pada saat belum mencapai dewasa tubuh dibandingkan dengan ternak sapi pada umur yang sama.

Potongan Komersial Karkas

Bobot setiap potongan komersial sangat beragam dan dipengaruhi oleh bobot karkasnya. Bobot karkas yang semakin tinggi akan menghasilkan bobot potongan komersial yang semakin tinggi pula. Keragaman pada setiap bobot potongan komersial karkas disebabkan karena perbedaan letak setiap potongan komersil karkas tersebut dan distribusi perdagingan pada ternak yang bervariasi hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti spesies, bangsa, umur, nutrisi, jenis kelamin, aktivitas ternak dan tata laksana pemeliharaan. Potongan komersil karkas di Indonesia mengacu pada standar potongan komersial yang diterapkan Australia. Karkas yang diperoleh dibagi menjadi seperempat bagian pemotongan tepat setelah rusuk ke 13. Potongan komersial karkas kerbau masih menggunakan acuan potongan komersial pada karkas sapi. Potongan komersial sapi diperoleh dari seperempat bagian karkas depan (*forequarter*) terdiri dari *chuck, brisket, blade, cuberol, dan shin*. Seperempat bagian karkas belakang (*hindquarter*) meliputi *striploin, tenderloin, flank, rump, silverside, topside, knuckle dan shank.* Rataan potongan komersial karkas bagian depan (*forequarter*) dari bobot setengah karkas dapat dilihat pada Tabel 4.

Pengaruh interaksi, pengaruh perlakuan pakan, dan pengaruh jenis ternak terhadap potongan komersial karkas bagian depan, tidak berbeda nyata. Hal ini menggambarkan bahwa distribusi potongan karkas dari kedua jenis ternak (kerbau dan sapi) pada saat belum mencapai dewasa tubuh adalah relatif sama. Bobot badan awal kedua jenis ternak adalah sama, walaupun pertambahan bobot badan pada kerbau lebih tinggi tetapi distribusi potongan karkasnya adalah sama. Hal ini terbukti dari berat karkas tidak berbeda nyata sehingga menghasilkan distribusi potongan karkas bagian depan yang juga tidak berbeda. Menurut beberapa peneliti bahwa pengaruh bangsa pada distribusi potongan karkas tidak terlalu berpengaruh, kecuali bila dibandingkan dengan dua tipe bangsa yang ekstrim perbedaanya (Priyanto and Johnson 2011).

Rataan potongan komersial karkas bagian belakang (*hindquarter*) dari bobot setengah karkas dapat dilihat pada Tabel 5. Dari Tabel terlihat bahwa, pengaruh interaksi antara perlakuan pakan dengan jenis ternak terhadap otot striploin berbeda sangat nyata

Tabel 4 Rataan potongan komersial karkas bagian depan (*forquarter)* dari bobot setengah karkasberdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak[+)].

Perlakuan	Peubah (kg)				
	Chuck	Blade	Cuberoll	Brisket	Shin
Pakan					
Non CGKK	11.58	10.45	2.23	4.52	2.57
CGKK	12.07	9.77	2.63	4.85	2.66
Jenis Ternak					
Sapi	11.67	9.68	2.32	4.66	2.47
Kerbau	11.98	10.54	2.53	4.7	2.75
Pengaruh					
Pakan (P)	TN	TN	TN	TN	TN
Jenis Ternak (JT)	TN	TN	TN	TN	TN
P x JT	TN	TN	TN	TN	TN
SEM	1.12	1.19	0.39	1.08	0.61

Keterangan: CGKK = Campuran garam karboksilat kering, *SEM* = Standard error of means, TN = Tidak beda nyata, *Berbeda nyata, ** Berbeda sangat nyata. [+)] Data dikoreksi berdasarkan bobot setengah karkas.

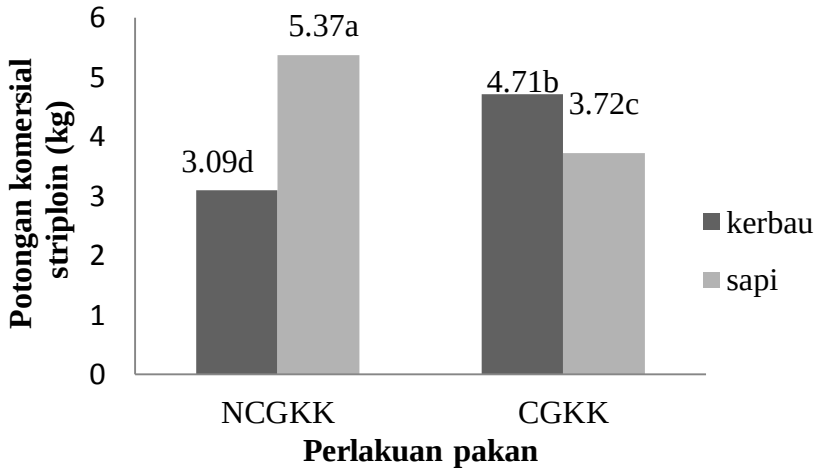
Tabel 5 Rataan potongan komersial karkas bagian belakang (*hindquarter*) dari bobot setengah karkas berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak[+)].

Perlakuan	Peubah (kg)							
	Tender loin	Strip loin	Topside	Silver Side	Rump	Flank	Knuckle	Shank
Pakan								
NCGKK	2.91	4.23	8.27	9.39	4.81	4.47	5.31	2.49
CGKK	2.84	4.22	8.04	9.70	5.05	5.08	5.32	2.23
Jenis Ternak								
Sapi	3.35	4.55	9.09	10.42	4.83	4.49	5.21	2.23
Kerbau	2.40	3.90	7.23	8.66	5.04	5.07	5.41	2.50
Pengaruh								
Pakan (P)	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN
Jenis Ternak	**	*	TN	*	TN	TN	TN	TN
P x JT	TN	**	TN	TN	TN	TN	TN	TN
SEM	0.30	0.47	1.88	1.22	0.67	1.14	0.66	2.50

Keterangan: CGKK = Campuran garam karboksilat kering, *SEM* = Standard error of means, TN = Tidak beda nyata, *Berbeda nyata, ** Berbeda sangat nyata, P=Pakan, JT=Jenis ternak. [+)] Data dikoreksi berdasarkan bobot setengah karkas.

Perbedaan distribusi potongan karkas antara ternak kerbau dan sapi yang diberi perlakuan pakan adalah pada otot bagian belakang dan pengaruh interaksinya dapat dilihat pada Gambar 1. Pada gambar terlihat bahwa, respon ternak kerbau dan sapi yang diberi perlakuan pakan terhadap berat potongan karkas otot striploin, berbeda. Pada ternak kerbau yang diberi pakan tanpa suplementasi CGKK (non CGKK) lebih rendah otot striploinnya dibandingkan dengan sapi sebesar 42.46%. Tetapi pada ternak kerbau yang diberi pakan dengan suplementasi CGKK lebih tinggi sebesar 21.02% dibandingkan dengan sapi. Pengaruh suplementasi CGKK terhadap non CGKK pada ternak kerbau meningkat cukup tinggi yaitu sebesar 34.39% dan berbanding terbalik dengan

sapi. Pada ternak sapi yang disuplementasi CGKK terhadap non CGKK mengalami penurunan sebesar 30.73%. Hal ini berarti bahwa respon pemberian suplementasi CGKK lebih baik pada ternak kerbau terhadap distribusi potongan karkas bagian belakang terutama pada otot striploin



Gambar 1 Pengaruh interaksi terhadap otot striploin.

Berat potongan komersial otot tenderloin dan silverside pada ternak kerbau lebih rendah daripada sapi dan tidak ada interaksinya seperti pada otot striploin. Perbedaan jenis ternak menyebabkan distribusi potongan karkas berbeda. Berat potongan karkas bagian belakang yaitu potongan striploin dan silverside menyebabkan berat karkas sapi lebih tinggi dari pada kerbau. Pada kerbau dapat dikatakan bahwa, potongan komersial yang mempunyai nilai ekonomi tinggi lebih cepat pertumbuhannya terutama pada otot striploin. Perbedaan ini disebabkan oleh umur dewasa secara fisiologis pada ternak kerbau lebih lambat dibandingan dengan sapi PO. Dilihat dari arah tumbuh kembang pada ternak bagian tubuh yang paling lambat bertumbuh adalah bagian pinggang (*loin*) sedang yang paling awal bertumbuh adalah tungkai kaki dan kepala (*cranium*). Kecepatan pertumbuhan otot pada sapi PO lebih cepat dibandingkan dengan kerbau rawa. Hasil penelitian ini sejalan dengan Spanghero *et al*. (2004), antara kerbau dan sapi. Berat otot pada bagian hindquarter kerbau lebih rendah (39.41 kg atau 49.3%) daripada sapi (42.69 kg atau 50.8%).

Sifat-Sifat Daging

Sifat-sifat daging dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia daging. Sifat fisik daging terdiri dari pH, keempukan, susut masak dan daya mengikat air. Rataan sifat fisik daging perlakuan disajikan pada Tabel 6. Sifat fisik daging adalah salah satu parameter utama untuk melihat kualitas daging.Sifat fisik daging tidak dipengaruhi oleh interaksi, pengaruh perlakuan pakan dan pengaruh jenis ternak kecuali pada keempukan daging. Jenis ternak mempengaruhi keempukan daging. Daging kerbau memiliki nilai shearforce yaitu 3.27 kg/cm^2, lebih rendah daripada daging sapi yaitu 8.90 kg/cm^2. Hal ini berarti bahwa daging kerbau lebih empuk dibandingkan dengan daging sapi. Keempukan daging dipengaruhi

oleh jumlah jaringan ikat yang terdapat pada daging. Jumlah jaringan ikat yang terdapat pada daging kerbau lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah jaringan ikat yang terdapat pada daging sapi. Nilai keempukan dengan pengujian daya putus Warner-Bratzler Shear menjadi indikasi kealotan miofibrilar dengan standart keempukan 1-2 kg/cm^2 tergolong sangat empuk, 3-5 kg/cm^2 tergolong empuk dan >5 kg/cm^2 tergolong keras (Wheeler *et al.* 2003).

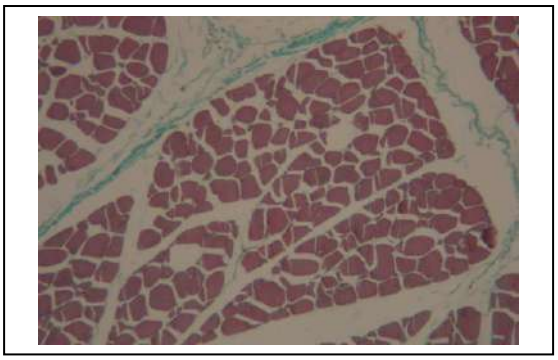
Pada gambar terlihat bahwa jarak antar fasikulus dan persentase kolagen pada ternak kerbau dan sapi berbeda. Jarak antar fasikulus (31.86) dan persentase kolagen (0.43%) pada daging kerbau lebih rendah dibandingkan dengan jarak antar fasikulus (52.00) dan persentase kolagen (0.57%) pada daging sapi dalam perimisium. Kedua parameter tersebut dapat dijadikan indikasi keempukan daging, karena semakin besar jarak antar fasikulus dan jaringan ikat dalam *perimisium* maka daging yang dihasilkan akan semakin keras (Aberle *et al*. 2001). Hal ini menjelaskan mengapa daging kerbau lebih empuk dibandingkan dengan daging sapi yang dipotong pada umur muda.

Tabel 6 Rataan sifat fisik daging berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak.

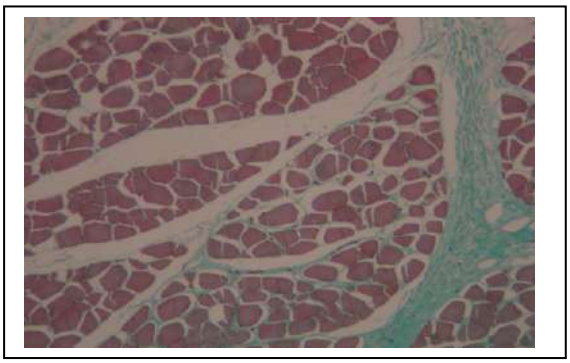
Perlakuan	Peubah			
	pH	Keempukan(kg/cm^2)	Susut masak (%)	DMA (%)
Pakan				
NCGKK	5.34	5.95	49.00	23.46
CGKK	5.44	6.21	48.96	20.17
Jenis Ternak				
Sapi	5.45	8.90	50.62	21.12
Kerbau	5.34	3.27	47.33	22.50
Pengaruh				
Pakan (P)	TN	TN	TN	TN
Jenis Ternak (T)	TN	*	TN	TN
P x JT	TN	TN	TN	TN
SEM	0.16	1.55	5.03	5.66

Keterangan: CGKK = Campuran garam karboksilat kering, *SEM* = Standard error of means, TN = Tidak beda nyata, *Berbeda nyata, ** Berbeda sangat nyata.

Pengamatan secara mikroanatomi pada jaringan ikat otot *longissimus dorsi* kerbau dan sapi dengan pewarnaan *Masson Trichrome* dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Jaringan ikat pada daging kerbau



Gambar 3 Jaringan ikat pada daging sapi

Nilai pH daging penelitian berkisar antara 5.34-5.45. Nilai ini sesuai dengan batas titik pH isoelektrik yang menandakan proses rigormortis telah selesai yaitu pada kisaran 5.4-5.8. Tidak berbedanya pH daging antara kedua jenis ternak disebabkan oleh pada proses pemotongan yang sama dan pada saat pemotongan ternak tidak mengalami stress, sehingga cadangan glikogen setelah ternak mati tersedia dan proses rigormortis sempurna. Hasil ini sesuai dengan penelitian Spanghero *et al*. (2004), pada pH daging kerbau (5.47) dan sapi (5.43) setelah pemotongan 24 jam.

Persentase susut masak penelitian yaitu 47.33-50.62%. Persentase susut masak berhubungan erat dengan daya mengikat air. Jika daya mengikat air rendah maka susut masak akan tinggi. Shanks *et al.* (2002) menyatakan bahwa daging dengan daya mengikat air rendah akan mengeluarkan banyak air ketika daging dimasak akibat kerusakan membrane seluler dan degradasi protein. Semakin tinggi nilai susut masak, berarti massa yang hilang selama pemasakan juga semakin besar, yang berarti bahwa kemampuan protein dalam mengikat massa otot lainnya juga semakin lemah. Besarnya persentase susut masak pada ternak kerbau dan sapi juga dipengaruhi oleh umur yang relative masih muda, sehingga kandungan kolagen dalam daging masih relative rendah bila dibandingkan dengan ternak tua. Walaupun tidak berbeda tetapi persentase penyusutannya pada ternak sapi lebih

tinggi dibandingkan dengan kerbau dan dalam industri daging penyusutan daging sangat penting dan mempunyai nilai ekonomis tinggi karena berhubungan dengan proses pemasakan pada daing. Hasil penelitian Spanghero *et al.* (2004), pada ternak kerbau dan sapi yang diberi pakan sama, susut masaknya tidak berbeda yaitu 32.7% vs 33.0%. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan, perbedaan ini mungkin disebabkan oleh pemberian pakan dan umur pada saat dipotong yang berbeda.

Sifat kimia daging meliputi kadar air, protein dan lemak daging. Komposisi kimia sangat menentukan nilai nutrisi atau kualitas daging. Adegoke & Falade (2005) dan Soeparno (2011), menyatakan bahwa komposisi kimia otot mamalia terdiri atas air (65-80%), protein (16-22%), lemak (1.5-13%), abu (1.0%) dan karbohidrat (0.5-1.5%). Rataan sifat kimia daging penelitian disajikan pada Tabel 5.7. Dari tabel terlihat bahwa pengaruh interksi, pengaruh perlakuan pakan dan pengaruh jenis ternak terhadap sifat kimia daging tidak berbeda nyata, kecuali pada kadar protein daging.

Daging merupakan salah satu sumber protein utama yang dapat dijadikan sebagai sumber asam-asam amino esensial. Tipe dan bangsa ternak dapat mempengaruhi laju akumulasi protein dan lemak daging (Soeparno 2011). Ternak tipe dewasa besar biasanya mempunyai batas-batas pertumbuhan protein harian yang lebih besar dan telah menimbun lebih banyak protein pada setiap periode pertumbuhan hingga mencapai dewasa dari pada tipe dewasa yang lebih kecil (Byers *et al*. 1986), sehingga tipe besar lebih banyak menghasilkan daging *lean* yang relatif tanpa lemak,
dan secara fisiologis tampak lebih muda pada saat dipotong pada umur dewasa (Byers *et al*. 1988).

Tabel 7 Rataan sifat kimia daging berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak.

Perlakuan	Peubah		
	Kadar air (%)	Kadar protein (%)	Kadar lemak (%)
Pakan			
NCGKK	74.20	19.72	0.56
CGKK	74.20	19.92	0.82
Jenis Ternak			
Sapi	73.78	21.04	0.90
Kerbau	74.61	18.60	0.48
Pengaruh			
Pakan (P)	TN	TN	TN
Jenis Ternak (JT)	TN	**	TN
P x JT	TN	TN	TN
SEM	1.02	0.37	0.37

Keterangan: CGKK = Campuran garam karboksilat kering, *SEM* = Standard error of means, TN = Tidak berbeda nyata, *Berbeda nyata, ** Berbeda sangat nyata.

Kadar protein daging kerbau lebih rendah dibandingkan dengan protein daging sapi. Perbedaan kadar protein daging ini disebabkan oleh perbedaan bangsa dan tipe dewasa ternak (Soeparno. 2011). Perbedaan kandungan protein daging dapat disebabkan oleh faktor umur potong. Sapi PO dipotong pada umur yang sudah melampaui umur dewasa sehingga pertumbuhan protein sudah mencapai tingkat yang konstan. Hasil ini sejalan dengan Spanghero *et al*. (2004), yang menyatakan bahwa kandungan protein daging kerbau Italian Mediterranean sedikit lebih rendah yaitu 20.85% dibandingkan dengan protein daging sapi Italian Simmental yaitu 21.67%. Anjaneyulu et al. (2007), melaporkan bahwa kadar protein daging kerbau adalah 20.4%. Walaupun kadar protein daging yang dihasilkan oleh kedua jenis ternak berbeda tetapi masih berada pada kisaran protein normal daging yaitu 16-22% (Soeparno 2011).

Kadar air daging yang disuplementasi dan tanpa suplementasi adalah sama yaitu 74.20%. Kadar air daging kerbau dan sapi adalah 74.61% dan 73.98.%. Kadar air daging relatif sama. Kadar air daging berhubungan dengan kadar lemak daging, semakin tinggi kadar lemak maka kadar air daging semakin rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar lemak daging tidak berbeda pada semua perlakuan sehingga menyebabkan kadar air daging juga tidak berbeda. Tidak berbedanya kadar air daging juga dipengaruhi oleh umur, bobot badan dan pemberian pakan yang relatif sama. Menurut Anjaneyulu *et al.* (2007) dan Soeparno (2011), bahwa kadar air daging dipengaruhi oleh umur, bangsa, dan kandungan lemak intramuskuler. Kadar air daging hasil penelitian sejalan dengan hasil penelitian Spanghero *et al*. (2004), bahwa kadar air daging kerbau dan sapi adalah 75.4% dan 74.5%. Kadar air daging menentukan *acceptability*, kesegaran dan daya tahan daging.

Rataan pada kadar lemak daging kerbau dan sapi adalah 0.48% dan 0.90%, antara suplementasi CGKK dan tanpa suplementasi CGKK pada ternak kadar lemaknya adalah 0.82% dan 0.56%. Kadar lemak daging ini sangat rendah dan tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh umur ternak yang masih muda yaitu umur 2-2.5 tahun atau pada umur fisiologis I_1. Ternak yang masih muda belum mengalami pertumbuhan lemak secara maksimal. Jaringan tubuh yang berkembang pada ternak muda adalah jaringan tulang dan otot. Hal ini sejalan dengan pertumbuhan pada tulang. Tulang pada ternak kerbau dan sapi masih dalam masa pertumbuhan belum mencapai pertumbuhan maksimum. Sehingga deposit/lemak yang tersimpan dalam tubuh masih sedikit. Kisaran kadar lemak yang normal yaitu 1.5-13% (Soeparno 2011). Kadar lemak hasil penelitian masih sangat rendah. Hasil penelitian ini berbeda dari hasil penelitian Anjaneyulu *et al*. (2007), yaitu 1.5%.

Kandungan Asam-Asam Lemak Daging

Daging dianggap salah satu faktor yang berperan dalam meningkatnya penyakit kardiovaskular pada manusia, obesitas, hipertensi dan kanker karena mengandung lemak jenuh dan kolesterol. Kandungan asam lemak dibedakan berdasarkan ada tidaknya ikatan rangkap. Asam lemak yang tidak mempunyai ikatan rangkap dikenal dengan asam lemak jenuh atau *saturated fatty acids* (SFA), sedangkan yang mempunyai ikatan rangkap dikenal dengan asam lemak tak jenuh/*Unsaturated fatty acids* (UFA). Asam lemak tak jenuh dapat dibedakan lagi berdasarkan jumlah ikatan rangkap yang dimiliki, yaitu *mono aunsaturated fatty acids* (MUFA) adalah asam lemak tak jenuh yang mempunyai satu ikatan rangkap, sedangkan *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) adalah asam lemak tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap lebih dari satu. Rataan total kandungan SFA, UFA, MUFA, PUFA, EPA, DHA, rasio PUFA/SFA dan kolesterol daging dapat dilihat pada Tabel 8.

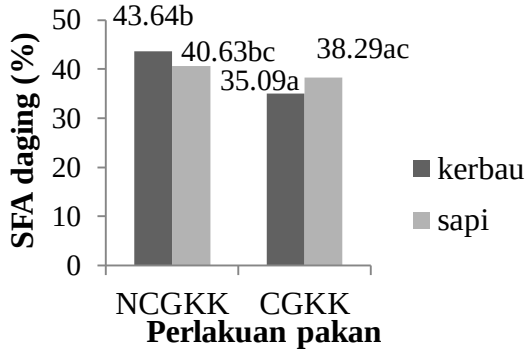
Tabel 8 Rataan SFA, UFA, MUFA, PUFA, rasio UFA/SFA, EPA, DHA dan kolesterol daging berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak.

Perlakuan	Peubah							
	SFA %	UFA %	MUFA %	PUFA %	UFA/ SFA	EPA %	DHA %	Kolesterol mg/100g
Pakan								
NCGKK	42.14	22.17	19.61	2.56	0.53	0.06	0.02	30.95
CGKK	36.39	29.05	25.64	3.41	0.79	0.35	0.07	39.52
Jenis Ternak								
Sapi	39.46	25.42	22.68	2.74	0.65	0.18	0.05	25.80
Kerbau	39.37	25.80	22.57	3.23	0.67	0.22	0.04	44.67
Pengaruh								
Pakan (P)	**	**	**	*	**	*	*	*
Jenis Ternak	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	**
P x JT	*	*	*	TN	**	TN	TN	*
SEM	2.13	2.37	2.19	0.64	0.05	0.12	0.02	0.05

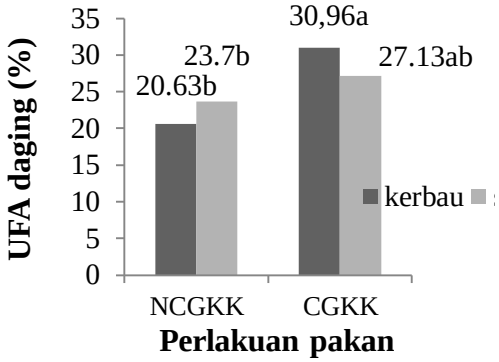
Keterangan: TN = tidak berbeda nyata, SEM=Standard error of means,* Berbeda nyata, ** Berbeda sangat nyata, P = Pakan, JT = Jenis ternak, PxJT= Interaksi perlakuan pakan dengan jenis ternak, SFA=Saturated Fatty Acids, MUFA=Mono Unsaturated Fatty Acids, PUFA=Poly Unsaturated Fatty Acids, UFA=unsaturated fatty acids EPA=*Eicosapentaenoic acid*. DHA= *Docosaheksaenoic acid*.

Dari tabel terlihat bahwa pengaruh interaksi pakan perlakuan dengan jenis ternak terhadap *saturated fatty acid* (SFA) atau asam lemak jenuh, *unsaturated fatty acid* (UFA) atau asam lemak tak jenuh, *mono unsaturated fatty acid* (MUFA) atau asam lemak tak jenuh yang mempunyai satu ikatan rangkap dan rasio UFA/SFA pada daging berbeda sangat nyata. Pengaruh interaksi terhadap SFA,UFA, MUFA dan rasio UFA/SFA dapat dilihat pada Gambar 4, 5, 6 dan 7 Ternak kerbau dan sapi memiliki respon yang berbeda

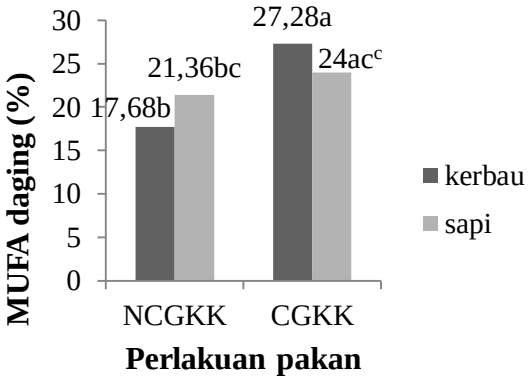
pada perlakuan pakan terhadap SFA, UFA, MUFA dan rasio UFA/SFA daging.



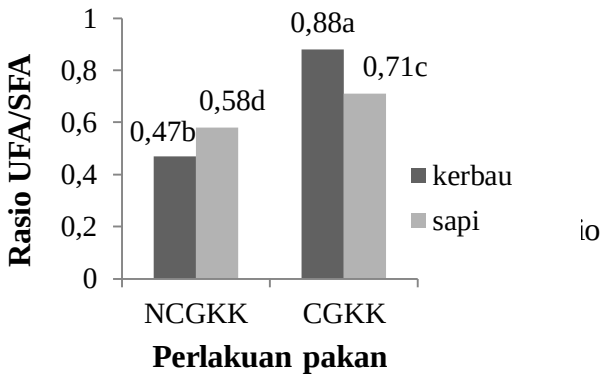
Gambar 4 Pengaruh interaksi terhadap SFA



Gambar 5 Pengaruh interaksi terhadap UFA



Gambar 6 Pengaruh interaksi terhadap MUFA



Gambar 7 Pengaruh interaksi terhadap UFA/SFA

Ternak kerbau yang disuplementasi CGKK mengalami penurunan kandungan SFA yang lebih tinggi yaitu 19.59% dibandingan dengan sapi yang disuplementasi CGKK yaitu sebesar 5.76%. Antara ternak kerbau dan sapi yang disuplementasi maupun non CGKK interaksinya tidak berbeda nyata. Hal ini memperlihatkan bahwa pengaruh pemberian minyak ikan lemuru terproteksi atau asam lemak terproteksi dalam rumen kerbau lebih responsif menurunkan SFA dibandingkan dalam rumen sapi. Asam lemak jenuh utama yaitu miristat (C14:0), palmitat (C16:0) dan stearat (C18:0), merupakan jumlah yang terbanyak dalam jaringan lemak sapi dan kerbau (Soeparno 2011). Pada ternak sapi yang disuplementasi CGKK, tingginya kandungan asam lemak jenuh dipengaruhi oleh kandungan asam lemak miristat dan palmitat dibandingkan dengan ternak kerbau yang disuplementasi CGKK (miristat 2.60 vs 1.36% dan palmitat 19.04 vs 14.58%). Perbedaan

ini selain dipengaruhi oleh pakan juga dipengaruhi oleh bangsa yang berbeda. Seperti yang dilaporkan oleh Salvatori *et al.* (2003) dan Juarez *et al.* (2008), bahwa bangsa ternak mempengaruhi komposisi asam-asam lemak dalam jaringan adipose. Asam palmitat yang terakumulasi dalam jaringan adiposa kerbau lebih rendah, oleat dan stearat lebih tinggi dibanding sapi (Spanghero *et al*. 2004; Rule *et al.* 2002; Prado *et al.* 2008).

Kandungan asam lemak jenuh yang tinggi dalam tubuh mudah teroksidasi dan menyebabkan peningkatan radikal bebas (Echarte *et al.* 2001). Mekanisme terbentuknya radikal lemak peroxyl dimulai dari oksidasi asam lemak jenuh yang bereaksi dengan kolesterol membentuk radikal kolesterol peroxyl sebagai prekursor pada beberapa hasil oksidasi kolesterol/*cholesterol oxidation products* (COP) (Oshima 2002). Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa COP dari hasil oksidasi kolesterol menyebabkan pengaruh biologi seperti cytoxicity, mutagenicity, angiotoxicity, atherogenicity, carcinogenesis dan kerusakan sel membran (Schroepfer 2000), juga berhubungan dengan penyakit saraf seperti penyakit Parkinson's dan Alzeimer's (Hino *et al*. 1998; Imao *et al*. 1998).

Pada Gambar 4, 5, 6 dan 7 terlihat bahwa pola pengaruh interaksi perlakuan pakan pada ternak kerbau dan sapi adalah sama terhadap persentase UFA, MUFA dan rasio UFA/SFA. Peningkatan kandungan UFA pada ternak kerbau yang disuplementasi CGKK yaitu 33.37%, lebih tinggi dibandingkan dengan sapi yang disuplementasi CGKK yaitu 12.64%. Peningkatan persentase UFA pada ternak kerbau yang disuplementasi CGKK dipengaruhi oleh peningkatan MUFA yaitu sebesar 35.19% lebih tinggi daripada sapi yaitu sebesar 11% dan hal ini sejalan dengan penurunan SFA daging. Pengaruh interaksi ini menggambarkan bahwa minyak ikan terproteksi/lemak terproteksi dalam rumen by pass pada kerbau lebih responsive artinya lebih banyak yang diserap dan dideposit dalam daging dibandingkan pada sapi. Terjadinya peningkatan pada asam lemak UFA disebabkan kandungan asam lemak UFA pada minyak ikan yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan CGKK cukup tinggi. Asam lemak UFA terutama PUFA merupakan asam lemak yang sangat penting karena termasuk asam lemak esensial yaitu berasal dari makanan dan tidak dapat disintesis dalam tubuh (Piliang dan Djojosoebagio, 2002).

Selain penurunan asam lemak SFA dan peningkatan asam-asam lemak UFA, rasio UFA/SFA sangat penting karena berperan penting terhadap kesehatan. Peningkatan rasio UFA/SFA pada ternak kerbau yang disuplementasi yaitu 46.59% lebih tinggi dibanding dengan sapi yaitu yaitu 18.31% terhadap non CGKK. Rataan rasio UFA/SFA hasil penelitian lebih tinggi yaitu 0.47-0.88 dari yang direkomendasikan oleh The English Health Department (HMSO, 1994) yaitu 0.40. Rasio UFA/SFA nyata menjaga kesehatan karena

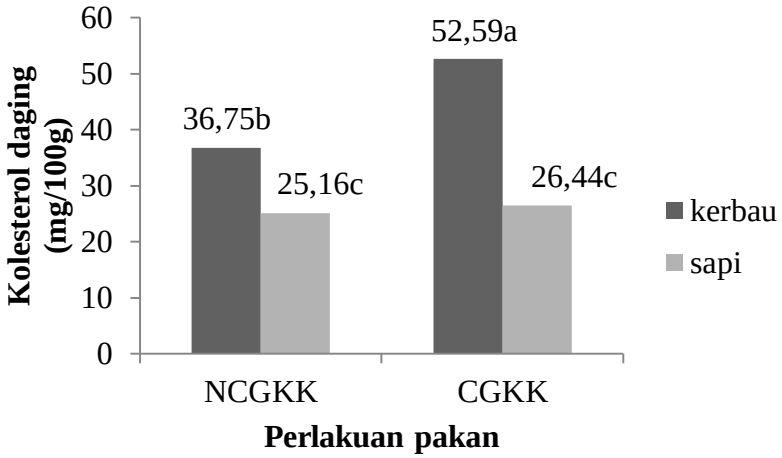
tidak menyebabkan resiko penyakit jantung walaupun rasio optimal masih dalam perdebatan (Hu, 2001).

Asam lemak tidak jenuh dapat digolongkan menjadi 3 famili yaitu asam linolenat (omega-3), linoleat (omega-6) dan oleat (omega-9). Diantara asam lemak family omega-3 yang penting dan berkaitan dengan gizi dan kesehatan adalah EPA dan DHA. Komposisi dan konsentrasi asam lemak tak jenuh dengan jumlah karbon 18 atau lebih dalam daging dan susu dapat dimodifikasi oleh asam lemak esensial dalam ransum (Baer 2001). Pengaruh suplementasi CGKK meningkatkan kandungan asam lemak EPA dan DHA.Tingginya kandungan EPA dan DHA dalam daging disebabkan karena minyak ikan kaya kandungan EPA dan DHA. Selain itu dapat berasal dari sintesis asam lemak dari elongasi dan desaturasi dari asam lemak linolenat. Mekanisme pembentukan kedua asam lemak tersebut belum diketahui secara pasti. Menurut Manyamu *et al*. (2003), sejumlah mikroba rumen dapat mensintesis asam lemak rantai cabang. Connor (1996), menyatakan bahwa asam lemak omega-3 adalah komponen yang penting dalam membrane sel terutama dalam otak dan retina. Newton (1996), menyatakan bahwa rekomendasi dari WHO/FAO untuk konsumsi lemak (sebagai % total energi) sebesar 15-30% dengan kandungan PUFA 3-7% dan rasio n-6:n-3=5:1.

Biosintesis kolesterol diawali dengan kondensasi tiga kelmpok asetil yang membentuk *mevelonate*. *Decarboxilation* dari *mevelonate* akan menghasilkan *isoprene*, kemudian enam *isoprene* akam membentuk *scualene* yang akhirnya akan dirobah menjadi kolesterol. Kolesterol dapat dirobah menjadi bermacam-macam steroid. Retikulum endoplasma merupakan bagian sel yang berperan penting dalam pembentukan dan perubahan kolesterol menjadi steroid yang lain. Sebagian besar kolesterol dalam tubuh dibentuk di hati. Pada Tabel 8 kolesterol daging dipengaruhi oleh interaksi pakan perlakuan dengan jenis ternak dan seberapa besar pengaruhnya dapat dilihat pada Gambar 8.

Respon ternak kerbau dan sapi berbeda terhadap kandungan kolesterol daging sebagai akibat suplementasi CGKK. Kandungan kolesterol pada daging kerbau yang disuplementasi CGKK meningkat lebih tinggi yaitu 30.12% dibandingkan dengan sapi yang disuplementasi CGKK yaitu 4.84% terhadap non CGKK. Sedangkan pada ternak kerbau dan sapi yang disuplementasi CGKK meningkat lebih tinggi sebesar 49.72% dibandingkan dengan non CGKK sebesar 34.54%. Peningkatan kolesterol pada kerbau antara yang disuplementasi CGKK dengan non CGKK berbeda sangat nyata, sedangkan pada sapi peningkatannya tidak berbeda nyata. Peningkatan kandungan kolesterol daging kerbau yang disuplementasi CGKK disebabkan oleh tingginya kandungan asetat dalam rumen sapi yang

disuplementasi CGKK yaitu sebesar 19%.



Gambar 8 Pengaruh interaksi terhadap kolesterol daging

Asam asetat merupakan prekursor utama pada biosintesis kolesterol. Dari 27 atom karbon C yang membentuk kolesterol, 15 atom C nya berasal dari metil dan 12 atom C nya berasal dari gugus molekul asetat (Kaneko 1980). Kolesterol mempunyai peranan yang sangat penting karena kolesterol merupakan zat yang sangat dibutuhkan oleh tubuh kita terutama untuk membentuk dinding sel-sel dalam tubuh. Kolesterol juga merupakan bahan dasar pembentukan hormon-hormon steroid. Testosteron adalah suatu steroid. Kolesterol dapat dirobah menjadi *prognelenone*, yang selanjutnya dapat dibentuk menjadi progesteron. Progesteron merupakan prekursor untuk hormon testosteron dan estradiol (Campbell & Farell 2009).

Pertumbuhan ternak diatur oleh hormone baik secara langsung maupun tidak langsung. Hormone yang mempunyai pengaruh langsung terhadap pertumbuhan antara lain somatotropin, tiroksin, androgen, estrogen dan glukokortikoid. Kandungan kolesterol yang tinggi dalam tubuh akan meningkatkan sekresi hormon testosteron dan hal ini juga menyebabkan sekresi hormone androgen ikut naik. Tingginya hormone androgen dalam tubuh menyebabkan pertumbuhan yang lebih cepat pada ternak jantan terutama setelah munculnya sifat-sifat kelamin sekunder (Soeparno 2011). Hal ini terbukti dari peningkatan bobot badan pada ternak kerbau (1.16 kg/hari) lebih tinggi dari sapi (0.95 kg/hari) dan ternak kerbau yang disuplementai CGKK (1.22 kg/hari) lebih tinggi dibandingkan dengan sapi yang disuplementasi CGKK (0.98 kg/hari).

Kandungan kolesterol pada daging kerbau dan sapi penelitian adalah 25.16 – 52.59

mg/100g. Kandungan kolesterol daging hasil penelitian masih berada dalam kisaran kolesterol normal dalam daging yang direkomendasikan untuk kesehatan yaitu ≤ 50 mg/100 g (Prado *et al.* 2008) . Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dari hasil penelitian Rule *et al.* (2002); Prado *et al*. (2008) pada kandungan kolesterol otot *longissimus dorsi* bison dan sapi pedaging yang sama-sama dipelihara di feedlot (43.8-54.1 mg/100g dan 52.3-52.7 mg/100g), sapi persilangan *Bos indicus*, *Bos taurusxindicus* dan *Bos taurusxtaurus* adalah 48.4 vs 48.9 vs 52.9 mg/100g.

Sifat Sensori Daging Sapi Dan Kerbau

Flavour daging berasal dari jaringan yang tidak berlemak maupun yang berlemak. Jaringan yang tidak berlemak bertanggungjawab terhadap flavour daging sedangkan jaringan yang berlemak mengandung senyawa volatil yang memberikan flavour khas dari spesies ternak yang bersangkutan (Shahidi, 1998). Favour juga merupakan atribut dari makanan atau minuman yang dihasilkan dari ransangan terhadap indra pada saat makanan masuk kedalam saluran makanan dan pernafasan, terutama untuk atribut rasa dan bau (Winarno 2002). Pengukuran terhadap flavor dapat dilakukan dengan dua cara yaitu: dengan penilaian sensori yang dilakukan menggunakan panelis dan menganalisis komponen valatil nya. Penilaian sensori yang dilakukan terhadap daging sapi dan kerbau mentah adalah uji mutu hedonik dengan metode skalar yang meliputi penilaian terhadap bau, tekstur dan warna. Rataan hasil uji skalar terhadap daging mentah sapi dan kerbau disajikan pada Tabel 9.

Bau sangat berperan dalam mempengaruhi pemilihan dan kesukaan konsumen akan makanan, sehingga tidak mengherankan jika baunya kurang enak konsumen tidak akan memilih produk makanan tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan pakan dengan jenis ternak terhadap bau. Jenis ternak tidak berpengaruh nyata terhadap bau. Suplementasi CGKK berpengaruh nyata terhadap bau. Hal ini kemungkinan diakibatkan pemberian pakan yang disuplementasi CGKK yang berbahan dasar minyak ikan lemuru pada ternak memiliki bau yang kuat, sehingga daging yang dihasilkan memiliki bau khas minyak ikan. Hal ini berbeda dengan pernyataan Bratzler (1971) bahwa bau daging yang dimasak lebih kuat dibandingkan daging mentah. Hal itu dipengaruhi oleh metode pemasakan, jenis daging dan perlakuan daging sebelum dimasak. Selain itu juga daging mentah memiliki flavor yang kurang disukai, karena beraroma sangat lemah dan berasa seperti darah. Komponen volatil yang sangat berpengaruh besarterhadap bau amis yang kuat pada pemberian suplemen CGKK adalah jumlah komponen asam lemak

karboksilat yang lebih banyak disbanding tanpa suplementasi.

Tekstur merupakan karakteristik daging segar yang sulit diukur secara objektif. Tekstur otot dapat dibagi menjadi dua kategori, tekstur kasar dengan ikatan-ikatan serabut yang besar, dan tekstur halus dengan ikatan serabut yang kecil (Soeparno, 2011). Sifat ini diukur oleh konsumen secara visual dan diraba. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan pakan dengan jenis ternak, perlakuan pakan, dan jenis ternak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur. Tekstur daging terutama serabut otot dipengaruhi oleh spesies dan bangsa ternak, umur dan pakan (Soeparno 2011).

Tabel 9 Rataan hasil uji mutu hedonik daging berdasarkan perlakuan pakan dan jenis ternak.

Perlakuan	Peubah		
	Bau	Tekstur	Warna
Pakan			
NCGKK	2.83	4.60	5.33
CGKK	6.00	7.16	4.66
Jenis Ternak			
Sapi	4.25	3.25	2.60
Kerbau	4.00	7.57	8.25
Pengaruh			
Pakan (P)	*	TN	TN
Jenis Ternak (JT)	TN	TN	*
P x JT	TN	TN	TN
SEM	1.27	1.33	0.37

Keterangan : Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). Skala bau : 0,0-3,0 = bau khas ikan lemah, 3,1-6,0 = bau khas ikan agak kuat, 6,1-9,0 = bau khas ikan kuat, 9,1-12,0 = bau khas ikan sangat kuat. Skala tekstur : 0,0-3,0 = halus, 3,1-6,0 = agak kasar, 6,1-9,0 = kasar, 9,1-12,0 = sangat kasar. Skala warna : 0,0-3,0 = merah terang, 3,1-6,0 = merah agak gelap, 6,1-9,0 = merah gelap, 9,1-12,0 = merah sangat gelap.

Warna makanan merupakan refleksi cahaya pada permukaan makanan yang ditangkap oleh indera penglihatan dan ditransmisi dalam sistem syaraf. Warna sangat mempengaruhi terhadap daya terima pangan, karena umumnya penerimaan bahan yang pertama kali dilirik adalah warna. Warna yang menarik akan meningkatkan penerimaan produk. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi perlakuan pakan dengan jenis ternak terhadap warna. Suplementasi CGKK tidak berpengaruh nyata terhadap warna. Jenis ternak memberikan pengaruh terhadap warna.

Warna pada daging kerbau memiliki skor yang tinggi. Skoring warna pada daging kerbau dan sapi masih berada pada kisaran 3.1-6.0 yang berarti bahwa daging berwarna merah gelap. Tetapi pada daging kerbau mendekati kewarna merah yang lebih gelap dibandingkan dengan warna daging sapi. Hal ini diakibatkan kadar mioglobin pada daging

kerbau lebih banyak dibandingkan daging sapi, sehingga warna merah pada daging kerbau lebih pekat dibandingkan daging sapi. Hasil ini sejalan dengan pengujian warna menggunakan scoring colour, bahwa daging kerbau berada pada angka scoring 5 dan daging sapi pada skoring 3 artinya warna pada daging kerbau lebih merah sedangkan warna merah pada daging sapi lebih pucat. Daging kerbau yang digemukkan menghasilkan warna daging yang disukai oleh konsumen sesuai dengan Soeparno (2011), bahwa warna daging segar yang diinginkan oleh kebanyakan konsumen adalah merah terang (Soeparno 2011).

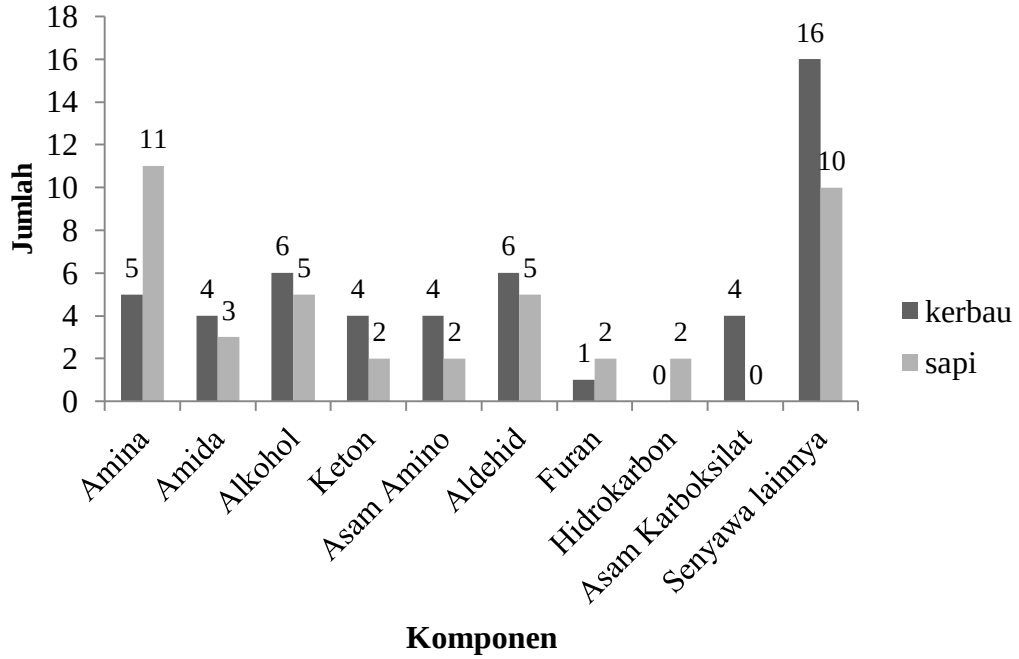
Komponen Volatil Daging Kerbau Dan Sapi

Flavor daging berasal dari jaringan yang tidak berlemak dan jaringan yang berlemak. Jaringan yang tidak berlemak bertanggung jawab terhadap flavor daging sedangkan jaringan yang berlemak mengandung senyawa volatile yang memberikan flavor khas dari spesies ternak yang bersangkutan (Shahidi 1998). Analisa komponen volatil daging kerbau dan sapi adalah secara deskriptif. Data komponen volatil daging sapi dan kerbau dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.

Jumlah komponen total yang teridentifikasi dari daging sapi tanpa suplementasi CGKK adalah 42 komponen. Komponen yang terdiidentifikasi dalam jumlah yang banyak terdiri dari amina dengan jumlah 11 jenis yaitu Di(pent-4-enyl)amine, sec-Butylamine, 1,3-Propanediamine, Isobutylamine, 1-Heptadecanamine (4), 3,3'-Iminobispropylamine, 1-Dodecanamine, 2-Butenamide, N,2,3-trimethyl; alkohol dengan jumlah 5 jenis yaitu 2-Nonen-1-ol (2), 2,3-Butanediol (1), Cyclobutanol (1), 1-Octen-3-ol (1); aldehid dengan jumlah 5 jenis yaitu hexanal, nonanal, 2-undecenal, 2-tridecenal, (E)-, dan 2,4-decadienal, (E)- dan 13 komponen lainnya.

Jumlah komponen total yang teridentifikasi dari daging kerbau tanpa perlakuan CGKK adalah 50 komponen. Komponen yang terdiidentifikasi dalam jumlah yang banyak terdiri dari amina dengan jumlah 5 jenis yaitu 1-Hexamine, Ethanamine, N-methyl-, 1-Octadecanamine, N-methyl-,2-Butanamine, (S)-, 1,4-Butanediamine, N-(3-aminopropyl)-; alkohol dengan total 6 jenis yaitu 2-Hexanol, 3-methyl-, Ethanol, 2-(vinyloxy)-, 2,3-Butanediol, 1-Octen-3-ol, Cyclobutanol, 2-Nonen-1-o; aldehid dengan total 6 jenis yaitu Benzaldehyde (2), Hexanal, Nonanal, 2,4-Decadienal, (E,E)- (2) ; asam amino dengan total 4 jenis, asam karboksilat dengan total 4 jenis yaitu Butanoic acid, Hexanoic acid, Propanoic acid, 2-hydroxy-, Butanedioic acid, dan 18 komponen lainnya. Daging kerbau tanpa perlakuan CGKK memiliki komponen amida, alkohol, asam amino, keton, aldehid dan asam karboksilat lebih banyak dibandingkan dengan daging sapi.

Jumlah komponen volatile total yang teridentifikasi dari daging sapi yang disuplementasi CGKK adalah 42 komponen terdiri dari alkohol dengan total 7 jenis yaitu Ethanol, 2-(vinyloxy)-, 2-Hexanol, 3-methyl-, 2-Octanol, (S)-, 1-Butanol, 3-(1-ethoxyethoxy)-2-methyl, Cyclobutanol, 1-Octen-3-ol, 2-Nonen-1-ol; keton yaitu 2-Butanone dan 2-Butanone, 3-hydroxy-; asam amino yaitu dl-Cysteine, Glycine, N-acetyl-, Alanine; asam karboksilat dengan total 3 jenis yaitu Butanoic acid, Propanoic acid, 2-hydroxy-, Oleic Acid, dan 13 komponen lainnya.

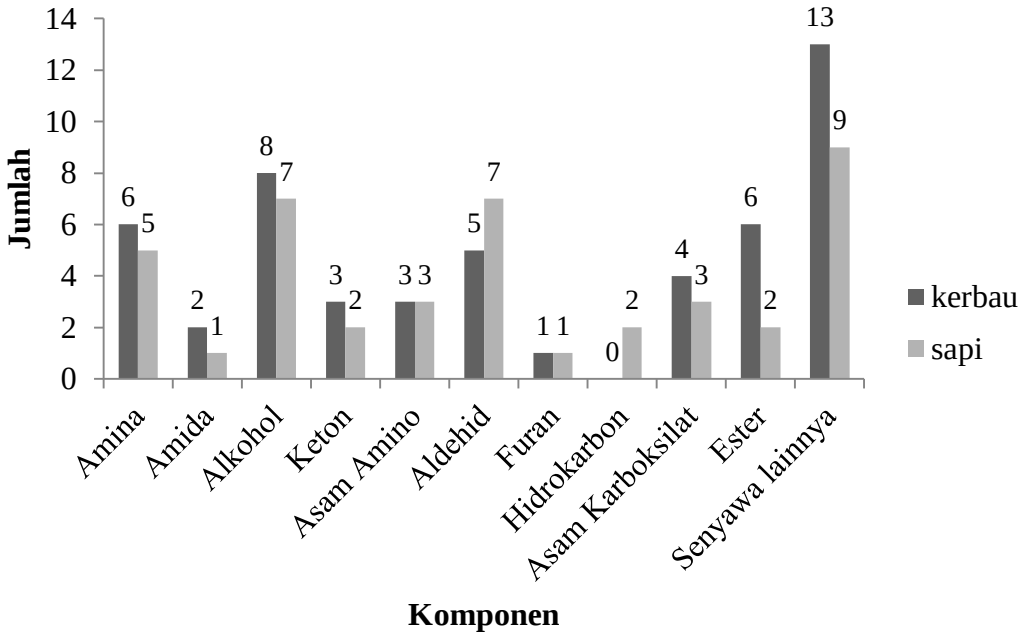


Gambar 9 Hasil analisa komponen volatil daging kerbau dan sapi tanpa suplementasi CGKK

Jumlah komponen volatile total yang teridentifikasi dari daging kerbau yang disuplementasi CGKK adalah 51 komponen. Terdiri dari alkohol dengan total 8 komponen yaitu 2-Hexanol, 3-methyl-, Ethanol, 2-(vinyloxy)-, 1-Pentanol, 4-Methoxy-4-methyl-2-pentanol, Cyclobutanol, 1-Octen-3-ol, Cyclohexanol, 2-(methylaminomethyl)-, trans-, 2-Nonen-1-ol; ester dengan total 6 komponen yang terdiri dari Formic acid, 1-methylpropyl ester, Propanoic acid, 3-methoxy-, methyl ester, Acetic acid, methoxy-, ethyl ester, 3,7-Dimethyl-6-nonen-1-ol acetate, 10-Undecenoic acid, propyl ester, Oxalic acid, allyl dodecyl ester; asam karboksilat dengan total 4 komponen yang terdiri dari Hexanoic acid, Butanedioic acid, Butanoic acid, Propanoic acid, 2-hydroxy-, dan 17 komponen lainnya.

Hasil analisis komponen volatil menunjukkan bahwa secara keseluruhan jenis maupun jumlah komponen volatil pada daging kerbau lebih banyak daripada daging sapi.

Flavor yang paling menentukan bau khas daging sapi hasil penelitian adalah amina, alkohol dan aldehid. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Suryaningsih (2005), bahwa flavor yang paling menentukan khas daging sapi adalah octadecanoic acid dan methyl ester. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh pemberian pakan yang berbeda.



Gambar 10 Hasil analisa komponen volatil daging kerbau dan sapi yang disuplementasi CGKK

Pada daging kerbau selain ketiga komponen amina, alkohol dan aldehid yang menentukan flavor khas daging kerbau adalah amida, keton, asam amino, asam karboksilat, dan ester. Alkohol memiliki nilai ambang bau yang tinggi dan berperan kecil terhadap flavor daging (Mottram, 1991). Selain alkohol, senyawa aldehid juga lebih banyak ditemukan pada daging kerbau tanpa perlakuan CGKK. Senyawa-senyawa aldehid selain berkontribusi terhadap flavor yang diinginkan juga berasal dari produk degradasi stecker serta terbentuk dari degradasi lipid, yang kemudian dapat pula bereaksi dengan prekursor-prekursor yang dihasilkan dari reaksi maillard.

Salah satu jalur utama aroma volatil saat memasak daging adalah oksidasi termal diinduksi dari rantai asil dari lipid. Macleod (1998) menyatakan bahwa dekomposisi lemak terdiri dari reaksi oksidasi dan degradasi pada asam lemak tak jenuh dan asam-asam lemak jenuh. Reaksi ini diawali dengan terbentuknya radikal bebas. Terbentuknya radikal bebas mengakibatkan timbulnya peroksida-peroksida yang bila mengalami dekomposisi akan menghasilkan zat-zat kimia yang berkontribusi terhadap flavor daging seperti aldehid,

alkohol, keton, lakton, dan furan serta hidrokarbon aromatik. Komponen volatil flavor yang paling menentukan khas bau daging secara keseluruhan dari reaksi oksidasi dan degradasi lemak adalah alkohol, aldehid, hidrokarbon, furan, ester, alkil benzen dan keton. Menurut Patterson (1974), faktor yang mempengaruhi flavor termasuk spesies, jenis kelamin, umur, lemak dan makanannya.

Pada kerbau dan sapi yang disuplementasi CGKK baunya minyak ikan lebih tajam karena mengandung komponen volatile asam karboksilat (terutama dari jenis butanoic acid, Hexanoic acid dan propanoic acid, 2-hydroxy-) dan aldehid ((E)Heksa-2-enal, Decatrienal). Beberapa senyawa yang terdeteksi dalam minyak ikam yang menyebabkan bau ikan adalah senywa aldehid, benzene, dan asam karboksilat (Estiasih 2009). Turunan karboksilat yang bercabang metil seperti ester dan amida memiliki nilai ambang bau yang tinggi. Hal ini menyebabkan daging kerbau umumnya memiliki bau yang lebih tajam dibandingkan daging sapi. Bau tersebut menjadi kendala bagi sebagian konsumen dalam memilih daging kerbau.

DAFTAR PUSTAKA

Aberle ED, Forrest JC, Gerrand DE, Mills EW. 2001. *Principles of Meat Science*. Fourth Ed. Amerika. Kendal/Hunt Publishing Company.

Adegoke GO dan Falade KO. 2005. Quality of meat. *J. Food Agric. Environ*. 3:87-90.

Anjaneyulu ASR, Senger SS, lakshmanan V, Joshi DC. 1985. Meat quality of male buffalo calves maintained on different levels of protein. *Buffalo Bull*, 4: 45-50.

Anjaneyulu ASR, Lakshmanan V, Sharma N, Kondaiah N. 1990. Buffalo meat production and meat quality. *Ind. Food Packer*, 44: 21-31.

Anjaneyulu ASR, Thomas R and Kondaiah N. 2007.Buffalo meat production and meat quality. *J. Food. Technol*, 2: 104-114.

Baer RJ. 2001. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. *J. Dairy Sci*. 84:345-353.

Bahri S dan Talib C. 2008. Strategi pengembangan perbibitan ternak kerbau. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau*. Jambi 22-23 Juni 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor. Hal 1-11.

Bratzler, L. J. 1971. *Palatability Factors and Evaluation.* Dalam : J. F. Price dan B. S. Schweigert (Ed.). *The Science of Meat and Meat Product.* 2nd Edition. W.H. Freeeman and Company, San Francisco.

Byers FM, Cross HR dan Schelling GT. 1988. *Integrated nutrition, genetics and growth management programs for lean beef production Pada: Designing Food. Animal Product Option in The Market Place*. National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C. Hal:283-291.

Byers FM, Schelling GT, Cross HR dan Greene LW. 1986. Growth regulation in steers with respect to mature size and carcass endpoints. *J. Anim. Sci*. 63(Suppl.1):144

Campbell MK, Farrell SO. 2009. B*iochemistry*. Ed ke-6. Singapore: Thomson Asia Pte Ltd.

Connor WE. 1996. The decisive of diet on the progression and reversibility of coronary heart disease. *Am. J Clin. Nutr*. 64:253-254.

Echarte M, Zulet MA, and Astiasaran I. 2001. Oxidation process affecting fatty acids and cholesterol in fried and roasted salmon. *J. Agric and food chemistry.* 49:5662-5667.

Estiasih T. 2009. *Minyak Ikan: Teknologi dan Penerapannya untuk Pangan dan Kesehatan.* Graha Ilmu, Yogyakarta.

Gigli S, Ferrara L, Failla S, Napolitano F, Di Luccia A, Manniti F, Martoccia L, Zehender G, Mormile M. 1993. Caratteristiche qualitative della carcassa e della came di vitelloni podolici, bufalini, frisoni e romanognoli alimentati con due diversi livelli nutritivi. *Agric. Ric*. 144. 29-50.

HMSO (England). 1994. Department of Health . *Nutritional aspects of cardiovascular disease*: HMSO. Pp.37-46

Hu FB. 2001. The balance between ω-6 and ω-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *J. Nutr.* 17:741-742.

Imao K, Wang H, Komatsu M, and Hiramatsu M. 1998. Free radical scavenging activity of fermented papaya preparation and its effect on lipid peroxide level and superoxides desmutase activity in iron-induced epileptic foci of rats. *Biochemistry and Moleculer Biology International*. 45:11-23.

Iruruete M, Cadoppi A, Langman L, Grigioni G, and Carduza F. 2008. Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown in the Delta del Prana region of Argentina. *Meat Science*. 79: 529-533.

Juarez M *et al.* 2008. Estimation of factors influencing fatty acid profiles in light lambs. *Meat. Sci.* 79:203-210.

King SS, AbuGhazaleh AA, Webel SK and Jones KL. 2008. Circulating fatty acid profiles in response to three levels of dietary omega-3 fatty acid supplementation in horses. *J. Anim Sci*. 86:1114-1123.

Kuswandi. 2007. Peluang pengembangan ternak kerbau berbasis pakan limbah pertanian. *Wartazoa*. 17(3):137-146.

Macleod G. 1998. *The flavor of beef.* Di dalam: Shahidi F, editor. *Flavor of Meat and Meat Products.* edisi ke-2. London-Weinheim-New York-Tokyo-Melbourne-Madras: Blackie Academic and Professional. Hlm: 27-55.

Manyamu GJ, Sibada S, Chakoma IC, Mutisi C, and Ndiweni P. 20003. The intake and palatability of four different types of napier grass (*Pennisetum purpurium*) silage fed to sheep. *J. Anim. Sci*. 16:823-829.

Marquez-Ruiz G, Garcia-Martines MC and Holgado F. 2008. Change and effects of dietary oxidized lipids in the gastrointestinal tract. *Lipids insights* 2: 11-19.

Matassino D, Girolami a, Romunno L, Gambacorta E. 1984. Studio comparativo fra bufali e bovini alimentati con fieno e mangime concebtrato composite:XVII. Variazino nelle caratteristiche mioreologiche dagli 8.5 ai 15 mesi di eta. *Prod. Anim*. 3: 111-123.

Mottram DS. 1998. The Chemistry of Meat Flavour. Di dalam: Shahidi F, editor *Flavor of Meat and Meat Products.* edisi ke-2. London-Weinheim-New York-Tokyo-Melbourne-Madras: Blackie Academic and Professional. Hlm: 9-10.

Muika B, Lendl B, Molina-D'iaz A, and Ayora-Ca'nada MJ. 2005. Direct monitoring of lipid oxidation in edible oils by fourier transform Raman spectroscopy. *Chem. Phys. Lipids* 134:173-182.

Newton IS. 1996. Food enrichment with long-chain n-3 PUFA. *INFORM* 7:169-171.

Oshima T. 2002. Formation and content of cholesterol oxidation productsin seafood and seafood products. In Guardiola F, Dutta P, codony R, and Savage GP (Eds). *Cholesterol and phytosterol oxidation products in foods and biological samples: analysis, occurrence and biological effects* (pp. 187-203). New York: AOAC Press.

Petterson RLS. 1974. The Flavor of Meat. Di dalam *Meat Procceding of twenty first easter in Agriculture Science*. University of Nottingham, Butterworths, London.

Pilliang WG, dan Djojosoebaio. 2006. *Fisiologi Nutrisi. Volume 1*. Bogor. IPB Press.

Prado IN, Aricetti JA, Rotta PP, Prado RM, Perotto D, Visentainer JV, and Matsushita M. 2008. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *longissimus dorsi* muscle of bulls (*Bos Taurus indicus vs. Bos Taurus Taurus*) finished in pasture systems. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 10: 1449-1457.

Priyanto R, and Johnson ER. 2011. Muscle growth and distribution in fattening steer of different breeds. *Jurnal Media peternakan*. 34: 19-22.

Riis PM. 1983. *Dynamic Biochemistry Of Animal Production*. Department of Animal Physiology, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark. Elsevier. Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo

Rukmimkiasih, Hardjosworo PS, Piliang WG, Hermanianto J, and Apriantono A. 2010. Penampilan, kualitas kimia, dan off-odor daging itik (*Anas plathyrynchos*) yang diberi pakan mengandung beluntas (*Pluchea indica L. Less*). *Media Peternakan*. 33: 68-75.

Rule DC, Boughton KS, Shellito SM and Maiorano. 2002. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk and chicken. *J. Anim. Sci*. 80:1202-1211.

Rusmana D, Piliang WG, Setiyono A, Budijanto S. 2008. Minyak ikan lemuru dan suplementasi vitamin E dalam ransum ayam broiler sebagai imunomodulator. *J. Animal Production*. hlm. 110-116.

Saldanha T, Benassi MT, Bragagnolo N. 2007. Fatty contents evolution and cholesterol oxides formation in Brazilian sardines (*Sardinella brasiliensis*) as a result of frozen storage followed by grilling. *Food Science and Technology*. 41: 1301-1309.

Salvatori G, Pantaleo C, Di Cesare C, Maiorano G, Filetti F, Oriani G. 2003. Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbreed lambs. *Meat. Sci.* 67:45-55.

Schroepfer GJ. 2000. Oxysterols: Modulators of cholesterol metabolism and other processes. *Physiological Review*. 80: 361-554.

Shahidi F. 1998. *Flavor of Meat, Meat Product and Seafood*. Blackie Academic & Professional, London-New York-Tokyo-Madras.

Shanks BC, Wuff DM, and Maddock RJ. 2002. Technical note: the effect of freezing on warner bratzler shear force value of longissimus steaks across several postmortem aging periods. *J. Anim. Sci*. 80:2122-2125.

Soeparno. 2011. *Ilmu Nutrisi dan Gizi Daging.* Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Spanghero M, Luisa G, Valusso R, Piasentier E. 2004. *In vivo* performance, slaughtering traits and meat quality of bovine (Italian Simmental and Buffalo Italian Mediterranean bulls). *Livest Product Sci*. 91:129-141

Suryaningsih E. 2005. *Pengaruh Jenis Daging, Penambahan Anti Denaturan, dan Natrium Tripolifosfat Pada Nikumi Terhadap Karakteristik Daging Olahan*. [Disertasi]. IPB, Bogor.

Winarno FG. 2002. *Flavor Bagi Industri Pangan*. M-Bio Press, Bogor.

BAB IV

KOMPOS DARI LIMBAH PETERNAKAN DAN PERKEBUNAN MENGGUNAKAN STARTER STARBO-SFE

Adriani, Fahmida Manin, Ella Hendalia dan Ardi Novra
Fakultas Peternakan Universitas Jambi

PENDAHULUAN

Kompos adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses dekomposisi atau penguraian, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai hara tanaman, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biolagi tanah. Proses perubahan bahan organik berupa sisa hasil tanaman atau limbah kotoran ternak untuk menjadi kompossecara alami memerlukan waktu yang cukup lama. Namun dengan memberi perlakuan fisik, kimia dan biologis bisa mempercepat proses pembentukan kompos.

Pengomposan adalah proses dekomposisi bahan organik secara biologis dalam lingkungan yang terkontrol berasal dari limbah peternakan, pertanian, perkebunan dan limbah pasar. Pengomposan lebih kepada upaya untuk mengoptimalkan, mempercepat dan memanipulasi proses yang berlangsung untuk mendapatkan kualitas kompos yang baik. Kompos yang berkualitas baik nantinya akan membantu perbaikan kualitas tanak dimana kompos diberikan, sehingga dapat memulihkan kondisi tanah yang sudah kritis.

Kondisi yang memprihatinkan terjadi pada tanah pertanian yang menggunakan pupuk anorganik bertahun-tahun, kondisi ini mengakibatkan kandungan hara tanah sangat minim dan tanah cenderung mengeras. Ini terutama terjadi pada tanah pertanian di pulau Jawa, dimana kondisi kandungan C-organik tanah sudah sangat rendah, rata rata kurang dari 2%, sementara kondisi idealnya adalah 5%.Kualitas tanah yang baik terdiri dari 25% udara, 5% bahan organik, 25% air 25%, dan 45% mineral (Venus et al., 2013). Kandungan C-organik lahan pertanian yang sangat rendah sebagai akibat lahan yang dikelola secara intensif tanpa memperhatikan kelestarian, kesehatan tanah tanpa usaha pengembalian bahan organik ke dalam tanah. Tentunya ini memerlukan pemulihan segera yang salah satunya dengan pemberian kompos.

Kondisi tanah yang semakin kuruspenyebab terjadinya pelandaian produktivitas hasil pertanian meskipun dosis pemberian pupuk kimia telah ditingkatkan.Bahan organik tanah merupakan bagian dari tanah dan mempunyai fungsi yaitu meningkatkan kesuburan tanah

dan menyediakan mikro hara dan faktor-faktor pertumbuhan lainnya yang biasanya tidak disediakan oleh pupuk kimia (anorganik). Ttanah dengan bahan organik yang rendah, mempunyai daya sedia hara yang rendah, sehingga pemupukkan kurang efisien. Mengingat pentingnya pupuk kompos dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatknya harga pupuk anorganik maka perlu dicari pupuk alternatif dari bahan-bahan yang tersedia dilingkungan masyarakat petani dalam jumlah banyak dan mudah diperoleh.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan kompos adalah perlakuan fisik terhadap bahan kompos. Perlakuan fisik yang bisa diterapkan untuk mempercepat proses dekomposisi adalah memperkecil ukuran bahan organik, proses ini bisa menghemat waktu pembuatan kompos menjadi 3 sampai 4 minggu.Proses dekomposisi dapat dilakukan dengan membuat naungan atau penutup terpal untuk melindungi proses pengomposan dari pengaruh sinar matahari langsung maupun dari air hujan yang dapat mengangu aktivitas mikroorganisme.

Proses pengomposan merupakan upaya menurunkan C/N bahan organik sehingga sama dengan C/N tanah yaitu kecil dari 20. Selama proses pengomposan, terjadi perubahan-perubahan unsur kimia bahan yaitu, 1) karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak dan lilin menjadi CO2 dan H2O, 2) penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman.

Menurut Untung (2002) bahwa seekor sapi muda kebiri dapat memproduksi 15-30 kg feces setiap hari. Feces yang baru dihasilkan sapi tidak dapat langsung diberikan sebagai pupuk tanaman, tetapi harus mengalami proses pengomposan terlebih dahulu. Alasan mengapa bahan organik seperti feces sapi perlu didekomposisi sebelum dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman antara lain adalah : 1) bila tanah mengandung cukup udara dan air, penguraian bahan organik berlangsung cepat sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, 2) penguraian bahan organik segar hanya sedikit sekali memasok humus dan unsur hara ke dalam tanah, 3) struktur bahan organik segar sangat kasar dan daya ikatnya terhadap air kecil, sehingga bila langsung digunakan akan mengakibatkan tanah menjadi sangat remah, 4) feces sapi tidak selalu tersedia pada saat diperlukan, sehingga pembuatan kompos merupakan cara penyimpanan bahan organik sebelum digunakan sebagai pupuk.

Untuk mempercepat proses dekomposisi bisa diberikan starter. Salah satu starter yang sudah dihasilkan tim Fakultas Peternakan Universitas Jambi adalah Starbo-AFE. Starter ini memiliki keunggulan yaitu dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik, mengurangi bau pada limbah, menurunkan bahkan menghilangkan bakteri phatogen dan menghasilkan kompos berkualitas.

Model Pengembangan Usaha Kompos

Model pengembangan pembuatan kompos sudah dilakukan beberapa tahun terkahir oleh tim Fakultas peternakan Universitas Jambi dengan mempertimbangan ketersedian bahan baku dilingkungan masyarakat, efisiensi tenaga kerja dan efisiensi sarana prasarana yang digunakan dalam pembuatan kompos sehingga diperoleh kompos berkualitas.

Pengembangan model usaha kompos dimasyarakat ini mengikuti beberapa ketentuan untuk mendapatkan kualitas kompos yang baik yaitu 1) ketersedian bahan baku lokal dalam jumlah banyak dan kontinu seperti limbah pertanian dan limbah peternakan untuk sustainability, 2) diperlukan alat bantu untuk menghaluskan bahan yang digunakan terutama limbah pertanian dalam pembuatan kompos seperti chopper, 3) starter yang digunakan untuk memepercepat proses pengomposan, 4) bangunan untuk melindungi dari panas dan hujan pada saat proses penstabilan dan pengemasan kompos, 5) alat pengaduk kompos seperti cangkul atau cultivator, 6) terpal untuk menutup bahan campuran kompos pada saat proses pengomposan, 7) peralatan penunjang lainnya seperti pengayah, timbangan yang disesuaikan dengan kebutuhan.

Menurut Diposeno (2010) bahwa ada beberapa macam bentuk pupuk kompos organik yang dihasilkan di masyarakat diantaranya adalah:

1. Pupuk Organik Granul merupakan pupuk berbentuk bulatan dengan demensi tertentu sesuai dengan kebutuhan. Pupuk dalam bentuk granul mempunyai keunggulan baik pada proses*handling* di lapangan (penyebaran) dan proses *packing* yang cukup baik.Namun, pupuk granul ini memiliki kelemahan pada proses pembuatanyang cukup panjang. Selain itu, pupuk dalam bentuk granul tidak mudahhancur dalam air dan memiliki harga yang cukup mahal.
2. Pupuk Organik Bokhasi merupakan pupuk berbentuk bokatautrapesium dengan dimensi sesuaikebutuhan. Pupuk ini sangat mudah dibuat namun perlu mencampurkanfeces dengan beberapa bahan pendukung lainnya seperti, jerami, *molasses*,air, limbah tanaman dan lainnya. Kelemahan pupuk organik bokhasi adalahbentuk kurang menarik dan proses *packing* yang sulit.
3. Pupuk Organik Curah atau berbentuk serbuk.Proses pembuatan pupuk curah yang cukup mudah karena mirip denganproses pembuatan pupuk bokhasi yang dilanjutkan dengan prosespenghancuran (*crushing*). Pupuk dalam bentuk serbuk memiliki kelemahanpada proses *handling* di lapangan yang cukup sulit, karena ukuran partikelserbuk yang terlalu kecil dan ringan.

4. Pupuk Organik Cair bisa berasal dari urin ternak atau dekomposisi limbah pertanian. Pupuk dalam bentuk ini sangat baik jika dilihat dari proses penyerapannya pada tanamam.
5. Pupuk Organik Pelet adalah pupuk berbentuk silinder dan berdimensi sesuai kebutuhan. Bentuk pelet merupakan bentuk baru yang sedang dikembangkan oleh banyak produsen pupuk organik.

Manfaat kompos organik diantaranya adalah 1) memperbaiki struktur tanah sehingga menjadi ringan; 2) memningkatkan daya ikat tanah; 3) meningkatkan daya ikat air dan unsur-unsur hara, 4) memperbaiki drainase tanah, 5) mengandung unsur hara yang lengkap, walaupun dalam jumlah sedikit, 6) membantu proses pelapukan bahan mineral, 7) memberi ketersediaan bahan makanan bagi mikroba, serta 8) menurunkan aktivitas mikroorganisme yang merugikan (Yovita, 2001).Pengolahan kotoran sapi yang mempunyai kandungan N, P dan K yang tinggi sebagai pupuk kompos dapat mensuplai unsur hara yang dibutuhkan tanah dan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik (Hartatik et al., 2015). Pada tanah yang baik atau sehat, kelarutan unsur-unsur anorganik akan meningkat, serta ketersediaan asam amino, zat gula, vitamin dan zat-zat bioaktif hasil dari aktivitas mikroorganisme efektif dalam tanah akan bertambah, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi semakin optimal (Rully, 1999).

Beberapa metode pengomposan menggunakan bahan baku utama feces ternak, limbah pertanian, limbah perkebunan yang sudah dilakukan dan dikembangkan dimasyarakat yaitu:

1.Metode Pengomposan Menggunakan Bak Penampungan

Model pengomposan dengan menggunakan bak penampungan ini sudah dikembangkan tim pengabdian Universitas Jambi. Biasanya bak penampungan dibuat dibelakang kandang ternak yang dimiliki petani peternak. Bak penampungan untuk pembuatan kompos ini biasanya terdiri atas tigabagian dengan ukuran 3 x 6 m dengan tinggi 75 cm (disesuaikan dengan kebutuhan) untuk masing-masing bak disekat dengan tembok.Bak ini biasanya dibuat pada bangunan beratap supaya proses pembuatan kompas tidak kena airhujan dan sinar matahari secara langsung.

Metode pengomposan dengan tiga bak penampungan ini dibagi menjadi bak penampungan pertama untuk bahan baku kotoran ternak (feces). Setelah 1- 2 bulan didalam bak ini atau tumpukanfeces ternak sudah banyak, maka dipindahkan ke bak berikutnya dengan mencampurkan feces yang ada dengan bahan kompos lainnya seperti sisa hiajauan pakan, serbuk gergaji, abu bakaran dan ditambah dengan starter kompos, kemudian dilakukan pengadukan. Proses dekomposisi ini membutuhkan waktu 1-2 bulan yaitu sampai suhu pengomposan mengikuti suhu ruang. Setelah suhu kompos turun, maka bahan kompos dipindahkan kebak ketiga untuk proses pendinginan kompos sebelum digunakan atau dikemas.

Bak penampungan bisa juga dibuat didalam tanah dengan mengali tahan seperti membuat kolam. Bak penampungan ini dibagi menjadi 3 bagian sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan dan tempat tersebut harus dinaungi dengan atapagar bahan kompos tidak terkena sinar matahari dan air hujan secara langsung. Proses pembuatan kompos dilakukan dengan cara, pertama kotoran sapi (fases dan urine) diambil dari kandang dan ditiriskan selama satu minggu untuk mendapatkan kadar air mencapai sekitar 60%, kemudian feces sapi yang sudah ditiriskan dipindahkan pada bak penampungan berikutnya (bak penampungan 2) dan diberi serbuk gergaji atau bahan lainnya seperti sekam, jerami padi, abu, dan ditambah dengan starter, selanjutnya seluruh bahan campuran diaduk secara merata. Setelah satu minggu pada bak penampungan duau, tumpukkan bahan kompos dipindahkan ke bak penampungan ketiga dengan cara diaduk dan dibalik secara merata untuk menambah suplai oksigen dan meningkatkan homogenitas bahan. Pada tahap ini diharapkan terjadi peningkatan suhu hingga mencapai 60 ^{0}C sehingga biji gulma yang ada pada bahan kompos bisa mati.

Kelebihan metode ini adalah proses penempatan feces dari kandang lebih dekat karena biasanya bak penampungan berada dibelakang kandang. Kekurangan metode ini adalah 1) perlu pembuatan bak penampungan yang beratap, 2) proses pengomposan lebih lama, 3) perlu tenaga lebih banyak untuk memindahkan bahan kompos dari satu bak penampungan kebak penampungan lainnya, 4) proses pengurangan air feces lebih lama dan menimbulkan bau menyengat, 5) perlu bangunan yang memiliki atap.

2. Metode Pengomposan dengan Pengeringan Bahan Kompos

Model pengomposan dengan cara pengeringan bahan baku seperti feces sapi dibahwah sinar matahari dalam rangka menurunkan kadar air sudah dilakukan tim Fakultas Peternakan Universtas Jambi. Bahan–bahan kompos yang bisa dikeringkan seperti

feces ternak. Feces ternak dijemur sampai kering, setelah kering feces dihaluskan dan dicapur dengan bahan–bahan kompos lainnya. Campuran bahan–bahan kompos ini ditambah dengan starter kemudian dilakukan dekomposisi sekitar satu bulan dengan cara menutup semua bahan kompos menggunakan terpal, jika suhu pada bahan kompos sudah menurun, maka proses dekomposisi sudah selesai dan dilakukan pengadukan untuk pendinginan.

Medel pengomposan ini memiliki beberapa kelebihan yaitu: 1) proses pengomposan berjalan lebih cepat, 2) tektur kompos yang dihasilkan lebih remah dan halus. Namum proses ini juga memiliki kekurangan seperti 1) membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak untuk proses penjemuran bahan feces, 2) memerlukan tempat penjemuran bahan kompos yang luas, 3) jika kondisi hujan bahan kompos mengeluarkan bau menyengat.

3. Metode Pengomposan Sistem Lapis atau Diaduk

Metode pengomposan dengan sistem pelapisanatau proses pengadukan dahulu sebelum dekomposisi merupakan modifikasi yang telah dikembangan sebelumnya oleh tim Fakultas peternakan Universitas Jambi bersama masyarakat dalam produksi kompos secara efektif dan efisien. Metode ini menjadi salah satu pilihan yang banyak dikembangkan dan diterapkan masyarakat sekarang ini karena lebih mudah dan efisien dilakukan. Proses dilakukan ditempat terlindung seperti dibawah kebun nsawit dan langsung diatas tanah dengan menutup bahan kompos menggunakan terpal. Tanah tempat proses dekomposisi perlu lebih tinggi dari sekitarnya agar pada saat hari hujan bahan kompos tidak basah yang dapat menganggu proses pengomposan. Proses pengomposan ini bisa

dibuat dengan ukuran lebar 1-2 meter dengan panjang disesuaikan dengan banyaknya kompos yang akan diproduksi, tinggi tumpukan kompos bisa dibuat 1-1,5 meter.

Kelebihan metode ini adalah 1) tidak memerlukan bagunan pada saat proses dekomposisi, sehingga jumlah pembuatan kompos tidak dibati dengan luasan bagunan, 2) proses pemgomposan bisa dilakukan dibawah tanaman perkebunan seperti kelapa sawit, 3) proses pengomposan lebih cepat, 4) penggunaan tenaga kerja lebih efisien.

Dari semua metode pengomposan yang sudah dikembangkan tim Fakultas Peternakan Universitas Jambi ini, maka yang paling efektif dan efisien dilakukan dimayarakat sekarang adalah metode sistem lapis dalam proses dekomposisi, karena lebih mudah dan tidak memerlukan bangunan yang mahal terutama pada saat dekomposisi. Setelah proses dekomposisi selesai dilakukan kemudian kompos dipindahkan ke dalam bangunan beratap tanpa dinding untuk proses pendinginan kompos dan pengemasan.

Proses Pengomposan

Beberapa hasil penelitian menggunakan bahan baku limbah peternakan, limbah pertanian, perkebunan dan pabrik kelapa sawit telah berhasil dilakukan tim Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Pengujian produk dalam pembuatan kompos dari limbah ternak dan kelapa sawit telah dilakukan beberapa kali melalui penelitian dan kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

Menurut Widarti et al. (2015) bahwa pengomposan merupakan proses perombakan (dekomposisi) bahan-bahan organik dengan memanfaatkan peran atau aktivitas mikroorganisme.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses dekomposisi adalah :

1. Rasio C/N

   Salah satu faktor yang paling penting dalam proses dekomposisi bahan organik yaitu keseimbangan atau rasio organik karbon dengan nitrogen (C/N). Rasio C/N yang baik berkisar antara 30-40, karena dalam metabolisme mikroorganisme bisa memanfaatkan sekitar 30 bagian dari karbon untuk masing-masing bagian dari nitrogen. Sekitar 20 bagian karbon akan dioksidasi menjadi CO_2 dan 10 bagian digunakan untuk mensintesis protoplasma.

2. Ukuran Partikel Bahan Kompos

   Ukuran partikel bahan kompos sangat pnting diperhatikan dalam pembuatan kompos. Ukuran bahan kompos yang besar aau kasar akan memeperlambat proses dekomposisi. Semakin kecil ukuran partikel maka permukaan area bahan yang akan didekomposisi semakin luas, sehingga meningkatkan kontak antara mikroorganisme pengurai dengan bahan yang akan didekomposisi dan proses dekomposisi semakin cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas).

3. Porositas

   Porosistas merupakan ruang diantara partikel-partikel bahan pembuat kompos yang ada di dalam suatu tumpukan kompos. Porositas biasanya dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total bahan yang ada. Rongga-rongga ini akan diisi oleh air dan udara. Udara yang ada akan mensuplai oksigen bagi mokroba perombak bahan-bahan kompos.Jika rongga diantara bahan kompos ini dijenuhi oleh air, maka ketersediaan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan tidak berjalan dengan baik, Biasanya akan muncul bau menyengat dari campuran bahan kompos dan proses pengomposan tidak berjalan.

4. Kelembaban

   Kelembaban sangat penting dalam proses dekomposisi bahan-bahan kompos. Mokroorganisme dapat merombak bahan-bahan organik jika tersedia cukup air untuk kehidupkan mikroorganisme tersebut. Kelemban yang baik untuk proses pengomposan berada pada kisaran 40–60%, karena pada kelembaban ini merupakan kondisi optimum untuk metabolisme mikroorganisme. Apabila kelembaban berada dibawah 40%, maka aktivitas mikroorganisme akan menurun, dan proses dekomposisi bahan organik akan diperlambat. Namun jika kelembaban lebih tinggi daripada 60%, maka kandungan oksigen didalam bahan kompos sangat sedikit, dan aktifitas mikroorganisme juga diperlambat bahkan pada kondidi tertentu terjadi proses pembusukan bahan organik yang mengakibatkan bau menyengat, selain itu unsur hara juga akan tercuci, volume udara berkurang.

5. Aerasi

   Aerasi sangat dipengaruhi oleh porositas dan kelembaban bahan kompos. Jika proses aerasi terhambat, maka akan terjadi proses dekomposisi secara anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dalam pembuatan kompos dapat ditingkatkan

dengan cara melakukan pengadukan bahan kompos atau membuat aliran udaga didalam tumpukan bahan kompos.

6. Temperatur

   Temperatur dalam pembuatan kompos sangat penting diperhatikan, karena akan menentukan apakah proses dekomposisi berjalan baik atau tidak. Semakin tinggi temperatur maka semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat proses dekomposisi, kondisi ini akan meningkatkan suhu pada proses dekomposisi. Temperatur proses pengomposan yang baik berada antara 40-60 ^{0}C. Jika temperatur 40-60 ^{o}C menunjukkan aktivitas pengomposan yang baik. Suhu yang lebih tinggi dari 60 ^{0}C akan membunuh sebagian mikroorganisme dan hanya mikroorganisme thermofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi akan dapat membunuh mikroorganisme pathogen, hama tanaman dan benih-benih gulma, sehingga kualitas kompos menjadi lebih baik.

7. Derajat keasaman (pH)

   pH merupakan salah satu faktor penentu berlangsungnya proses dekomposisi bahan organik. pH optimum untuk proses dekomposisi bahan organik berada antara 6,5 sampai 7,5. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

Proses pengomposan dapat dilakukan dibedakan berdasarkan kebuthan oksigen oleh mikroorganisme dengan dua cara yaitu secara aerobik (memerlukan oksigen) atau anaerobik (tidak memerlukan oksigen). Pada proses aerobik aktifitas dalam mendekomposisi bahan organik memerlukan oksigen. Proses dekomposisi juga dapat terjadi tanpa menggunakan oksigen yang disebut proses anaerobik. Proses aerobik atau anaerobik sangat tergantung pada jenis starter yang digunakan. Ada starter yang bekerja baik pada kondisi aerop, ada starter yang bekerja baik pada kondisi anaerop atau ada juga yang berkerja dengan baik pada kondisi kombinasi aerop dan anaerop. Starter untuk pengolahan kompos sudah banyak tersedia dipasaran seperti mikroorganisme 4 (EM4), orgadec, dan stardec (Dahono, 2012), dan starter produksi Fakultas Peternakan Universitas Jambi yaitu Starbo-AFE.

Hasil penelitian pembuatan kompos yang terbuat dari 30% feces sapi, 30% fiber limbah pabrik sawit, 20% pelepah sawit yang dicacah serta 20% abu boiler pabrik kelapa sawit. Masing-masing bahan kompos ini diberi empat macam starter yang berbeda yaitu P1= starter *Efektif mikroorganisme* (M4), P2= starter dari saluran pencernaan anggsa (SPA), P3= kombinasi starter yang berasal dari saluran pencernaan anggsa dan akar bambu kuning serta P4=kombinasi starter yang berasal dari saluran pencernaan anggsa, akar

bambu kuning dan tandan kosong kelapa sawit. Dari hasil penelitian tersebut dihasilkan kandungan hara kompos seperti Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Hara Kompos yang Diberikan Perlakuan Starter Berbeda dengan Bahan dari Feces Sapi, Limbah Perkebunan Sawit

Parameter	Perlakuan			
	P1	**P2**	**P3**	**P4**
C/N rasio	26-31	18-27	18-27	16-24
N (%)	1.10	1.37	1.57	1.57
Posfor (%)	0,123	0,112	0.130	0.130
Kalium (%)	0,23	0,22	0,23	0,23
pH	6,75	6,83	6,71	6,66
Lama pengomposan	30 hari	30 hari	25 hari	21 hari

Ket : Hasil analisis Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian UNJA 2019

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P4 menghasilkan C/N rasio yang memenuhi standar kualitas kompos yang direkomendasikan Kementrian Pertanian yaitu 10-25 dengan lama pengomposan 21 hari. Sementara perlakuan pada starter P1 rasio C/N kompos lebih tinggi daripada ketentuan Kementrian Pertanian dengan lama pengomposan 30 hari. Kondisi ini diduga karena starter pada perlakuan P4 mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam mendekomposisi bahan kompos yang digunakan, karena salah satu asal mikroba perombak bahan organik berasal dari tandan kosong kelapa sawit, sehingga lebih mudah dalam mendegradasi bahan yang digunakan. Sementara kompos menggunakan starter P1 membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mendekomposisi bahan, termasuk pada perlakuan P2 dan perlakuan P3 memerlukan waktu yang lebih pendek.

Hasil penelitian lainnya dengan menggunakan empat starter yang berbeda dalam pengolahan kompos menggunakan bahan baku 30% feces sapi, 30% tandan kosong kelapa sawit yang sudah dicacah, 20% pelepah sawit sudah diicacah dan 20% abu boiler pabrik sawit dengan 5 perlakuan yaitu P=kontrol (tanpa starter), P1= starter *Trichoderma harzianum*, P2= starter probio-FM, P4= starter Starbo-AFE dan P5 starter EM4 (*mikroorganisme-4*). Semua bahan kompos didokomposisi selama 21 hari. Kandungan unsur hara yang didapat penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan karbon kompos pada perlakuan P3 nyata lebih rendah daripada perlakuan lainnya ($P<0,05$), sementara antara perlakuan P0, P1, P2 dan P4 tidak berbeda secara startistik ($P>0,05$). Kandungan karbon kompos sangat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang ada, semakin tinggi aktivitasnya

maka semakin rendah kandungan karbon bahan organik. Menurut Mirwan (2015) bahwa unsur karbon merupakan indikator sudah terjadinya proses dekomposisi bahan organik dan kematangan pada proses pengomposan. Pada prinsipnya semakin banyak mikroba yang ada pada bahan organik yang dikomposkan, maka proses dekomposoisi karbon akan semakin cepat.Salah satunya adalah mikroba selulolitik yang mengeluarkan enzim selulase yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi selubiosa lalu dihidrolisis lagi menjadi D-glukosa dan difermentasi menjadi asam laktat, etanol, CO_2 dan ammonia.

Tabel 2. Kandungan Hara Kompos Diberi Perlakuan Starter Berbeda

Parameter	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
Carbon	37,91± 2,27 ^{a}	42,74±4,48^{a}	36,79±5,26^{a}	31,51±4,77^{b}	40,27±9,45^{a}
Nitrogen (%)	1,37±0,08^{b}	1,57±0,16^{a}	1,57±0,22^{a}	1,58±0,21^{a}	1,10±0,26^{b}
Pospor (%)	0,071±0,01^{a}	0,112±0,01^{b}	0,130±0,02^{b}	0,109±0,02^{b}	0,123±0,03^{b}
Kalium (%)	0,217±0,01	0,220±0,02	0,219±0,0	0,222±0,03	0,223±0,05
C/N ratio (%)	27,59±1,67^{A}	27,17±8,38^{B}	24,20±1,67^{C}	20,41±0,01^{D}	26,54±1,67^{E}
pH	6,75±0,97	6,83±1,21	6,71±0,98	6,66±0,78	6,75±0,99

Ket : Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)
Huruf besar yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01)

Starter yang berbeda pada penelitian ini juga mempengaruhi kandungan nitrogen kompos yang dihasilkan secara nyata (P<0,05). Pemberian starter pada perlakuan P1, P2 dan P3 nyata lebih tinggi daripada P0, tetapi tidak berbeda dengan P4. Peningkatan nitrogen terjadi karena proses dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme menghasilkan amonia dan nitrogen. Perubahan kadar nitrogen disebabkan oleh nitrogen yang bereaksi dengan air membentuk NO_3^- dan H^+. Senyawa NO_3^- bersifat sangat larut dalamair dan tidak dapat dilihat oleh koloid tanah serta akan terjadi kehilangan N dalam bentuk gas, dimana NO_3^- menjadi N_2 dan N_2O. Kehilangan N ini dapat diatasi dengan cara pembalikan tumpukan bahan kompos sehingga terjadi pengurangan kadar air (Trivana and Pradhana, 2017). Nitrogen dibutuhkan mikroorganisme untuk pemeliharaan dan pembentukan sel tubuh. Semakin banyak nitrogen tersedia, maka semakin cepat terjadinya dekomposisi bahan organik(Sriharti dan Salim, 2008).

Penggunaan starter dalam pembuatan kompos dapat meningkatkan kandungan posfor secara nyata (P<0,05). Perlakuan P0 nyata lebih rendah daripada P1, P2, P3 dan P4. Kondisi ini diduga karena terbentuknya asam organik selama proses dekomposisi bahan organik kompos. Starter yang berbeda tidak mempengaruhi kandungan kalium kompos yang dihasilkan. Starter yang berbeda menghasilkan C/N rasio kompos berbeda nyata sngat nyata

(P<0,01). Perlakuan P3 sangat nyata lebih baik daripada perlakuan P0, P1, P2 dan P5. Menurut standar SNI bahwa C/N rasio kompos berada pada kisaran 10-20.

Perbedaan starter yang diberikan dalam pembuatan kompos tidak mempengaruhi pH kompos yang dihasilkan. pH pengomposan dipengaruhi kelembaban, aerasi dan fluktuasi suhu pengomposan yang terkait dengan aktivitas migroorganisme pengurai. Menurut Djuarnani et al. (2005)bahwa perubahan pH menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendokomposisi bahan organik. Perubahan pH terjadi karena mikroorganisme yang terlibat dalam proses dekomposisi mengubah bahan organik menjadi asam organik. Kemudian mikroorganisme dari jenis lain akan mengkonversi asam organik yang telah terbentuk, sehingga bahan memiliki derajat keasaman mendekati netral.

Starter Starbo-Afe

Latar belakang yang mendasari lahirnya inovasi starter Starbo-AFE ini adalah pengalaman penelitian dan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan beberapa tahun terakhir. Dimana starter komersil yang digunakan dalam proses pengomposan limbah ternak dan limbah kelapa sawit masih ditemukan beberapa kendala yaitu seringnya starter tidak berfungsi dengan baik, masih lambatnya proses dekomposisi bahan kompos, aroma limbah yang masih menyengat, pertumbuhan tanaman yang belum optimal setelah menggunakan kompos yang dihasilkan.

Untuk mengatasi hal tersebut maka diteliti beberapa bahan yang diduga bisa medegradasi limbah berserat tinggi dengan cepat melalui pembuatan konsorsium mikroorganisme dari beberapa sumber yangberbeda. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa starter mikroorganisme yang berasal dari saluran pencernaan angsa menghasilkan C/N rasio kompos sebesar 18-27 dan ini sama dengan beberapa produk yang ada dipasaran (Syarif dan Adriani, 2014; Adriani et al., 2017) dengan lama pengomposan 30 hari, sehingga disempurnakan dengan penambahan mikroorganisme yang berasal dari akar bambu kuning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa starter ini menghasilkan kualitas kompos yang lebih baik dan lebih cepat yaitu 25 hari, namun masih terdapat tektur kompos yang agak kasar (Adriani et al., 2018). Agar hasil yang dicapai lebih optimal disimbionkan lagi dengan mikroorganisme dari tandan kosong kelapa sawit

(TKKS). Mikroba ini diharapkan dapat meningkatkan proses penguraian yang lebih cepat terutama bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hasil penelitian didapatkan bahwa terjadi peningkatan kandungan nitrogen dan fospor kompos dengan C/N rasio 18-24 (Adriani et al., 2018).

Penelitian sebelumnya mendapatkan bahwa mikroorganisme yang terdapatdalam media MRS Broth dapat bertahan selama 14 hari pada suhu ruang, namun dengan pemberian prebiotik (media tumbuh) bisa bertahan sampai 30–45 hari (Manin et al., 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tahan bakteri sangat tergantung pada media pengemban sebagai sumber nutrien. Oleh karena itu dilakukan evaluasi bahan pengemban yang murah, mudah didapat dan mampu memperpanjang daya tahan hidup mikroorganisme yang terdapat dalam starter Starbo-AFE seperti bungkil inti sawit, bungkil kelapa dan molases.

Hasil analisis terhadap kualitas starbo-AFE dilaboratirum Tanah IPB Bogor didapatkan bahwa starbo-AFE mengandung P_2O_5 sebesar 0,08%, K_20 sebesar 0,51%, N sebesar 0,07%, Fe tersedia sebesar 24,77 ppm, Mn sebesar 13,51 ppm, C-organik sebesar 3,51%, Zn sebesar 3,164% dan Cu sebesar 0,15 ppm.

Starbo-AFE merupakan starter bahan organik produksi tim Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Starbo-AFE ini diproduksi dengan memperbaiki beberapa kelemahan yang masih terdapat pada produk yang dihasilkan tim sebelumnya.Fungsi Starbo-AFE adalah mempercepat proses dekomposisi limbah berserat, meningkatkan kualitas kompos, mengurangi bau tidak sedap dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Starbo-AFE merupakan starter dalam bentuk cair untuk dekomposisi bahan organik. Cara pemakaian untuk pembuatan kompos digunakan 1-1,5%. Starbo-AFE dilarutkan dalam molases dengan perbandingan 1:1, sebelumnya molases sudah dilarutkan kedalam air 1:10. Larutan ini yang dipakai dengan perbandingan 1:1 dengan Starbo-AFE, kemudian disemprokan pada bahan kompos yang akan didekomposisi.

Produk inovasi yang dihasilkan ini adalah mikroorganisme yang digunakan merupakan hasil isolasi sumberdaya lokal yaitu simbion antara mikroorganisme dari saluran pencernaan angsa,akar bambu kuning dan tandan kosong kelapa sawit yang sudah diteliti beberapa tahun terakhir (Adriani, et al., 2016, Manin et al. 2014; Adriani et al, 2019).

Daya simpan starter starbo-AFE perlu diketahui dengan pasti untuk menentukan expired produk dipasaran. Ini sangat penting diketahui untuk menjamin produk starbo-AFE masih baik sampai kekonsumen. Untuk itu dilakukan pengamatan dan pengujian kualitas produk starbo-AFE sampai 16 minggu dengan melakukan pengamatan terhadap daya

simpan. Perlakuan yang diberikan adalah penggunaan bahan pengemban P0= bakteri konsorsium dibiakan pada molases, P1= bakteri dibiakan molases dan bungkil inti sawit, dan P2 =bakteri dibiakan pada molases dan bungkil kelapa. Selain itu dilakukan pengujian efektivitas produk starbo-AFE dalam pembuatan pupuk organik dari limbah setelah dilakukan penyimpanan. Pengujian daya simpan produk Starbo-AFE sampai dengan 16 minggu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Daya Simpan Starbo-AFE Sampai 16 Minggu

Parameter	**Bahan Pengemban**		
	P0	P1	P2
Awal pembuatan Starbo-AFE (Minggu pertama)			
Lactobacillus (x 10^{10}cful/ml)	141,7±121,5	53,0±29,8	68,0±32,4
Total fungi (x 10^{10}) (cfu/ml)	131,0±171^{A}	245,0±43,5^{B}	259,0±56,6^{B}
Total bakteri (x 10^{10}) (cfu/ml)	20,7±13,2^{a}	41,5±22,9^{b}	83,3±50,5^{c}
pH	3,92±001^{a}	4,18±0,08^{b}	4,12±0,18^{b}
Starbo-AFE umur 4 minggu			
Lactobacillus (x 10^{10}cfu/ml)	59,8±36,6^{a}	169,0±91,1^{b}	168,7±116,3^{b}
Total Fungi (x 10^{10}) (cfu/ml)	92,3± 63,8	54,8±27,4	106,7±36,1
Total bakteri (x 10^{10}) (cfu/ml)	103,8±28,5^{A}	33,0±8,4^{B}	40,3±8,0^{B}
pH	3,67±0,31	3,62±0,29	3,96±0,18
Starbo-AFE umur 8 minggu			
Lactobacillus (x 10^{10}cfu/ml)	204,8±132,7	162,8±139,6	308,0±25,1
Total Fungi (x 10^{10}) (cfu/ml)	138,3±59,4	113,3±40,1	219,0±123,6
Total bakteri (x 10^{10}) (cfu/ml)	25,3±8,8	21,8±17,3	37,3±3
pH	3,47±0,47^{a}	4,21±0,46^{b}	4,00±0,05^{ab}
Starbo-AFE umur 12 minggu			
Lactobacillus (x 10^{10}cfu/ml)	212,3±130,5	210,0±97,9	279,3±106,0
Total kapang (x 10^{10}) (cfu/ml)	135,3±96,0	94,0±47,5	113,7±36,4
Total bakteri (x 10^{10}) (cfu/ml)	67,8±64,6	27,3±19,8	21,0±13,5
pH	3,95±0,05	3,97±0,13	4,03±0,05
Starbo-AFE umur 16 minggu			
Lactobacillus (x 10^{10}cfu/ml)	201,2±111,5	211,0±66,7	287,4±111,2
Total kapang (x 10^{10}) (cfu/ml)	125,3±67,0	95,2±42,2	121,2±26,84
Total bakteri (x 10^{10}) (cfu/ml)	77,8±62,3	27,2±18,9	26,20±14,1
pH	3,45±0,15	3,99,±0,14	4,01±0,03

Keterangan : Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)
Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01)

Starbo-AFE Minggu Pertama

Daya simpan dari Starbo-AFE minggu pertama produksi tidak berpengaruh terhadap total *Lactobacillus* yang dihasilkan (P>0.05). Rataan *Lactobacillus* starbo-AFE adalah

87,53 x 10^{10} cfu dengan kisaran 24-253 x 10^{10} cfu. Pada awal kehidupan bakteri *Lactobacullus* dengan bahan pengemban yang diberikan mengalami pertumbuhan sangat baik pada semua perlakuan. Kondisi ini diduga karena seluruh bahan makanan yang dibutuhkan mikroorganisme ini masih tersedia dalam jumlah cukup.

Penggunaan bahan pengemban pada Starbo-AFE berpengaruh sangat nyata terhadap total fungi yang dihasikan (P<0,01). Pengemban P1 dan P2 nyata lebih tinggi daripada P0 (P<0,01), tetapi pengemban P1 dan P2 tidak berbeda (P>0,05). Kondisi ini diduga karena kebanyakan fungi cenderung fleksibel dalam mengunakan bahan makanan. fungi dapat memakan berbagai molekul organik, sehingga fleksibilitas dan memungkinkan tumbuh hampir dimanasaja. Fungi menghasilkan puluhan enzim pencernaan dan asam untukmencerna bahan organik yang ditumbuhinya.

Hasil analisis ragam pada awal pembuatan starbo-AFE menunjukkan bahwa bahan pengemban berpengaruh nyata terhadap total bakteri yang dihasilkan (P<0,05). Bahan pengemban P2 nyata lebih tinggi daripada P0 dan P1 (P<0,05), pengemban P1 nyata lebih tinggi daripada P0 (P<0,05). Kondisi ini diduga bakteri lebih berkembang pada bahan pengemban molases (PO). Selain itu total bakteri merupakan starter yang baru berumur 1 hari, sehingga perkembangan bakteri masih dalam proses adaptasi dengan lingkungan dan makanan yang tersedia. Hal ini sejalan dengan pendapat Fifendy et al. (2013) bahwa hari ke nol sampai dengan hari ke lima merupakan masa adaptasi bagi mikroorganisme terhadap lingkungannya, sehingga jumlah mikroorganisme bisa berubah terus sampai mencapai fase stabil. Kemudian pada hari ke-6 sampai ke-10 berada pada fase eksponensial atau petumbuhan, pada fase ini mikroba tumbuh dengan cepat, setelah melewati fase eksponensial maka mikroba masuk pada fase statis atau tidak berkembang lagi.

Bahan pengemban yang berbeda pada starter Starbo-AFE berpengaruh nyata terhadap pH yang dihasilkan (P<0,05). Pengemban P1 dan P2 lebih tinggi daripada P0 (P<0,05). Namun pengemban P1 tidak bebeda dengan P2 (P>0,05). Kondisi ini diduga karena perbedaan mikroorganisme yang berkembang pada Starbo-AFE. Mikroorganisme dapat dikelompokkan menjadi tigaberdasarkan kondisi pH tumbuhnya yaitu mikroorganisme asidofil adalah kelompok mikroorganisme yang dapat tumbuh dengan baik pada pH 6,0 – 8,0, mikroorganismemesofil (neutrofil) adalah kelompok mikroorganisme yang dapat hidup pada pH 5,5-8,0, dan mikroorganisme alkafil adalah kelompok mikroorganisme yang dapat hidup pada pH 8,4-9,5.0 (Brooks et al., 1994).

Starbo-AFE Umur 4 Minggu

Hasil analisis ragam menunjukan bahwa daya simpan Starbo-AFE umur 4 minggu berpengaruh nyata terhadap jumlah *lactobacillus* (P<0,05). Perlakuan P1 dan P2 nyata lebih tinggi daripada P0 (P<0,05), sementara pengemban P1 dan P2 tidak berbeda (P>0,05). *Lactobacillus* lebih berkembang pada bahan pengemban P1 dan P2. Jika dbandingkan dengan jumlah *lactobacillus* pada awal pembuatan Starbo-AFE, maka perlakuan bahan pengamban P1 dan P2 mengalami peningkatan yang tinggi.

Daya simpan pada pembuatan Sarbo-AFE umur 4 minggu tidak berpengaruh terhadap total fungi yang dihasilkan (P>0,05). Rataan fungi starbo–AFE umur 4 minggu adalah 84,56 x 10^{10} cfu dengan kisaran 21–172 x 10^{10}cfu. Kondisi ini diduga karena faktor nutriendan lingkungan sangat mempengaruhi kecepatan pertumbuhan fungi. Proses fermentasi dapat terus berlangsung dengan memanfaatkan glukosa sebagai sumber energi. Nutriendi dalam medium semakin berkurang seiring lamafermentasi, dengan adanya jumlah sel yang semakin bertambah dapat mengakibatkan kompetisi dan akhirnya memasuki fase stabil dan mati (Kusumaningati et al., 2013). Bahan pengemban starbo-AFE umur 4 minggu berbeda sangat nyata terhadap total bakteri yang dihasilkan (P<0,01). Perlakuan P0 (103,8 ± 28,5 x 10^{10}cfu) lebih tinggi daripada P1 (33,0 ± 8,4 x 10^{10} cfu) dan P2 (40,3 ± 8,0 x 10^{10} cfu). Sementara antara perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda (P>0,05). Bahan pemgemban yang berbeda pada Starbo-AFE umur 4 minggu tidak mempengaruhi pH (P>0,05). Rataan pH adalah 3,75 dengan kisaran antara 3,9 – 4,32. Kondisi ini diduga karena terjadi peningkatan bakteri asam laktat yang dapat menurunkan pH.

Starbo-AFE Umur 8 Minggu

Penggunaan bahan pengemban Starbo-AFE yang disimpan sampai 8 minggu tidak mempengaruhi jumlah *lactobacillus* (P>0,05). Rataan *Lactobacillus* starbo-AFE adalah 81,4 x 10^{10}cfu dengan kisaran antara 14-275 x 10^{10}cfu. Jika dibandingkan dengan jumlah *lactobacillus* umur 4 minggu, maka terjadi peningkatan jumlah *laktobacillus* pada starbo-AFE umur 8 minggu. Kondisi ini diduga masih terjadi pertumbuhan *Lactobacillus* pada Starbo-AFE sampai umur 8 minggu.

Penggunaan bahan pengemban yang berbeda pada produk Starbo-AFE penyimpanan 8 minggu tidak mempengaruhi jumlah fungi (P>0,05). Rataan fungi starbo-AFE adalah 156,8 x 10^{10} dengan kisaran antara 47-335 x 10^{10}cfu. bahan pengemban yang berbeda pada Satrbo-AFE dengan lama penyimpanan 8 minggu tidak mempengaruhi total bakteri yang

ada dalam starbo–AFE (P>0,05). Rataan bakteri starbo-AFE adalah 28,1x 10^{10} dengan kisaran antara 20-141 x 10^{10}cfu

Bahan pengemban meningkatkan pH starbo-AFE yang disimpan selama 8 minggu (P<0,05). Bahan pengemban pada P1 nyata lebih tinggi daripada P0 (P<0,05), terapi tidak bebeda dengan P2 (P>0,05). Perubahan pH pada starter starboAFE diduga karena masih terjadi pertumbuhan mikrooganisme pada starter, sehingga masih terjadi pemerubahan pH yang dihasilkan.

Starbo-AFE Umur 12 Minggu

Penggunaan bahan pengemban Starbo-AFE disimpan selama 12 minggu tidak berbeda terhadap kandungan *lactobacillus,* total fungi, total bakteri dan pH yang dihasilkan (P>0,05). Kondisi ini diduga karena petumbuhan mikroorganisme sudah mulai stabil. Menurut Kusumaningati et al. (2013) bahwa faktor nutrien dan lingkungan bahan pengemban sangat mempengaruhi kecepatan pertumbuhan mikroorganisme. Nutrien dalam medium tumbuh semakin berkurang seiring bertambahnya umur starter sampai pada fase stabil dan akhirnyan memasuki fase kematian.

Starbo-AFE Umur 16 Minggu

Pengujian daya simpan kualitas starbo-AFE sampai 16 minggu minggu masih menghasilkan jumlah bakteri yang cukup baik. Penggunaan bahan pengemban Starbo-AFE disimpan selama 16 minggu tidak berbeda terhadap kandungan *lactobacillus*yang dihasilkan, total fungi, total bakteri dan pH yang dihasilkan (P>0,05). Kondisi ini sama dengan penyimpanan minggu ke-12 karena petumbuhan mikroorganisme sudah mulai stabil. Namun ada bakteri yang sudah mulai berkurang secara berlahan. Nutrien dalam medium tumbuh semakin berkurang seiring bertambahnya umur starter sampai pada fase stabil dan akhirnyan memasuki fase kematian. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa starbo-AFE bisa dismpan pada suhu ruang sampai umur 16 minggu.

Uji efektivitas starbo-AFE dilakukan pada pembuatan kompos mulai minggu pertama produk starbo-AFE dihasilkan sampai dengan minggu ke-16 produk starbo-AFE dihasilkan yang disimpan pada suhu ruang. Data uji efektivitas terhadap bentuk fisik kompos yang dihasilkan menggunakan starbo-AFE dapat dilihat pada Tabel 4. Sebagai pembanding maka ada bahan kompos yang tidak diberi starbo-AFE (P0), starbo-AFE 2 % bahan kering atau setara ± 1% bahan segar dan starbo-AFE 4% bahan kering atau setara ± 2 % bahan segar.

Uji efektivitas produk starbo-AFE dilakukan pada pembuatan kompos dari limbah tenak (feces sapi) dan limbah pekebunan kelapa sawit (pelepah kelapa sawit, fiber dan abu bioler dari pabrik kelapa sawit). Dari uji efektivitas tersebut didapat bentuk fisik kompos berupa tektur yang remah dengan menggunakan starbo-AFE mulai minggu pertama sampai minggu ke-16 penyimpanan. Sementara bahan kompos yang tidak diberi starbo-AFE menghasilkan kompos yang agak kasar. Kondisi ini diduga karena starbo-AFE dapat melakukan proses dekomposisi lebih baik, sehingga tektur kompos yang dihasilkan menjadi remah.

Tabel 4. Bentuk Fisik Kompos Sebagai Respon Pemberian Starter Starbo-AFE Umur 1 Sampai 16 Minggu

Perlakuan	**Lama Penyimpanan Satrbo-AFE (Minggu)**				
	1	**4**	**8**	**12**	**16**
			Tektur		
P0	Agak kasar	Agak kasar	Agak kasar	Agak kasar	Agak kasar
P1	Remah	Remah	Remah	Remah	Remah
P2	Remah	Remah	Remah	Remah	Remah
			Bau		
P0	Mengengat	menyengat	Menyengat	Tanah	Menyengat
P1	Tanah	Tanah	Tanah	Tanah	Tanah
P2	Tanah	Tanah	Tanah	Tanah	Tanah
			Warna		
P0	Coklat Hitam	Coklat Hitam	Coklat Hitam	Coklat Hitam	Coklat Hitam
P1	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam
P2	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam

Uji efektifitas terhadap bau kompos yang dihasilkan dengan menggunakan starbo-AFE berbau tanah baik pada starter berumur 1 minggu maupun starter yang sudah disimpan selama 16 minggu, sementara bahan kompos yang tidak diberi Starbo-AFE menghasilkan kompos yang masih berbau menyengat. Kondisi ini menandakan bahwa starter starbo-AFE mampu mempercepat proses dekompossi bahan organik, sehingga kompos sudah berbau seperti tanah. Menurut beberapa ahli bahwa kompos yang sudah berbau tanah menandakan bahwa kompos sudah matang, sementara jika kompos masih berbau menyengat menandakan bahwa proses pengomposan masih berlangsung dan proses belum sempurna.

Uji efektivitas terhadap warna kompos yang dihasilkan dengan pemberian starbo-AFE sudah hitam, sementara bahan kompos yang tidak diberi starbo-AFE masih berwarna coklat kehitaman. Pemakaian starbo-AFE umur minggu sampai 16 minggu menghasilkan warna

kompos yang sama dengan starbo-AFE umur 1 minggu yaitu berwarna hitam. Ini menandakan bahwa starbo-AFE sampai penyimpanan 16 minggu masih sangat efektif untuk proses pengomposan.

Uji efektivitas starbo-AFE terhadap kandungan hara kompos yang dihasilkan dilakukan untuk mengetahui bagaimana kualitas kompos yang dihasilkan. Kandungan hara kompos yang dihasilkan dengan menggunakan starbo-AFE yang telah disimpan selama 16 minggu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Efektivitas Kandungan Hara Kompos yang Diberi Starbo-AFE Umur 1 Minggu Sampai dengan 16 Minggu

Parameter	Lama Penyimpanan Starbo-AFE (Minggu)				
	1	4	8	12	16
Karbon (%)	28,52±0,98^{A}	31,03±2,41^{AB}	34,58±2,28^{B}	31,8±2,18^{B}	31,03±2,41^{AB}
Nitrogen (%)	1,76±0,14^{a}	1,90±0,12^{ab}	2,00±0,19^{b}	2,01±0,18^{b}	1,89±0,22^{ab}
C/N rasio	16,20±1,92	16,20±0,84	17,60±1,34	15,82±1,34	16,42±0,84
Phospor (%)	0,86±0,25	0,89±0,15	0,81±0,25	0,82±0,16	0,87±0,17
K (%)	0,49±0,05^{a}	0,73±0,19^{b}	0,62±0,18^{ab}	0,63±0,19^{ab}	0,61±0,17^{b}

Ket : Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)
Huruf besar yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01)

Uji efektifias starbo-AFE tehadap kualitas hara kompos yang dihasilkan dari minggu pertama pembuatan kompos sampai dengan minggu ke-16 tedapat perbedaan pada kandungan karbon yang dihasilkan pada kompos (P<0,01). Starbo-AFE minggu pertama menghasilkan kompos dengan kandungan karbon yang paling rendah, tetapi relatif sama dengan karbon yang dihasilkan menggunakan starter umur 4 minggu dan 16 minggu. Sementara pada uji efektivitas pada kandungan nitrogen kompos yang dihasilkan pada minggu pertama lebih rendah daripada minggu ke-4, 8, 12 dan 16.

Uji efektivitas terhadap kandungan C/N rasio kompos yang dihasilkan menggunakan starbo-AFE dengan umur berbeda menghasilkan C/N rasio relatif sama. Kandungan C/N rasio yang dihasilkan berkisar dari 15,82-17,60. Rasio C/N ini berada pada kisaran C/N rasio kompos yang disarankan SNI yaitu 10-20. Uji efektifitas starbo-AFE dalam pembuatan kompos dengan lama penyimpanan sampai 16 minggu masih sangat baik digunakan sebagai starter pembuatan kompos.

Uji efektiviitas starbo-AFE umur minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-16 mengahsilkan kandungan kalium yang lebih baik pada minggu ke-4, dan relatif stabil pada starbo-AFE yang berumur 8, 12 dan 16 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

Adriani dan A. Novra. 2016. Respons Pemanfaatan Trychokompos Insitu Dan Biourine A Plus Dalam Budidaya Tanaman Sereh Wangi Dan Rumput Vertiver Pada Tanah Bekas

Tambang. Laporan Penetian Teknologi Reklamasi Lahan. Universitas Jambi.

Adriani, J. Andayani, Hamzah, Y G. Armando dan S. Novianti. 2017. Intended Change Masyarakat Pelaku Integrasi Ternak Hultikultura Dalam Penanggulangan Bencana Asap Di Lahan Gambut Kecamatan Kumpeh Ulu. Jurnal Karya Abdi Masyarakat. LPPM UNJA. Volume 1 (2): 129-137.

Adriani, F, Manin dan E. Hendalia. 2018. Pengaruh Beberapa Starter Terhadap Kualitas Kompos dari Feces Sapi dan Limbah Kelapa Sawit. Jurnal Khasanah Intelektual 2(1) 127-134.

Adriani, Yurleni dan I. Sulaksana. 2019 Penerapan Starbo-AFE All in One dalam Pembuatan Kompos Insitu dari Limbah Ternak dan Limbah Perkebunan di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jambi, Ballroom Hotel Shang Ratu, Jambi.

Brooks, G.F., K.C. Caroll, Butel, J.S., Ornston, L.N. and T.A. Mietzner2010. Medical Microbiology. 26th ed.New York Chicago San Francisco Lisbon London Madrid Mexico CityMilan New Delhi San Juan Seoul Singapore Sydney Toronto

Dahono, 2012. Pembuatan Kompos dan Pupuk Cair Organik Dari Kotoran dan Urin Sapi. Loka Pengkajian Teknologi Pertanian (LPTP), Kepulauan Riau

Diposeno. 2010. Sifat Fisik dan Mekanis Pupuk Biokomposit Limbah Kotoran Sapi dengan Pengikat Molases. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Djuarnani, N., Kristian, Budi, S., 2005. Cara Cepat Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka.

Fiffendy, M. Eldini dan Irdawati. 2013. Pengaruh Pemanfatan Molase Terhadap Mikroba dan Ketebalan Nata pada Teh Combusha . Proc. Seminarata FMIPA Universitas Lampung.

Hartatik, W., Husnain, dan L. R. Widowati. 2015. Role of Organic Fertilizer to Improving Soil and Crop Productivity .Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 9 No. 2; 107-120.

Kusumaningati, M.A., S. Nurhatika, A. Muhibuddin. 2013. Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri Zymomonas mobilis dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya. Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 2, No.2: 2337-3520.

Manin. F., E Hendalia dan Yusrizal. 2010. Pemanfaatan Berbagai Spesies Bakteri Bacillus dan Lactobacillus dalam Probiotik Untuk Mengatasi Polusi Lingkungan Kandang Unggas. Jurnal Penelitian Universitas Jambi. Seri Sains. Vol. 12, Nomor 3. Agts 2010. Hal. 26-32

Manin. F., E Hendalia dan R. Azra. 2014.Pengembangan Industri Produk Probiotik Probio_FM Berbasis Kemitraan. Laporan Penelitian MP3EI. Fakultas Petenakan Universitas Jambi

Mirwan, M., 2004. Optimalisasi Pengomposan Sampah Kebun Dengan Variasi Aerasi dan Penambahan Kotoran Sapi Sebagai Bioaktivator. J. Ilm. Tek. Lingkung. 4, 61–66.

Nikiyuluw V., R. Soplanit, A. Siregar. 2013.Efisiensi Pemberian Air dan Kompos Terhadap Mineralisasi NPK Pada Tanah Regosol. Efficiency of Water Supply and Compost on NPK Mineralization in Regosol.J. Budidaya Pertania.Vol. 14(2): 105-112 Th. 2018 ISSN: 1858-4322.

Rully, H. 1999. Rakitan Teknologi Penggunaan Mikroorganisme Efektif dan Bokasi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. Surabaya.

Sriharti dan T. Salim. (2008). Pemanfaatan Limbah Pisang Untuk Pembuatan Pupuk Kompos Menggunakan Kompos Rotary Drum. Prosiding Seminar Nasional Bidang Teknik Kimia dan Tekstil, Yogyakarta.

Syarif, S., Adriani, 2014. Pengaruh Probiotik Dan Trichorderma Terhadap Hara Pupuk Kandang yang Berasal Dari Feses Sapi dan Kambing. J. Ilmu-Ilmu Peternak. XVII, 45–53.

Trivana, L., Pradhana, Y., 2017. Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec. Sain Vet. 35, 136–143.

Untung. 2002. Prospek Agribisnis Penggemukan Pedet. Penebar. Swadaya. Jakarta.

Yovita. 2001. Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya. Jakarta.

Widarti, N., Wardhini, K., Sarwono, E., 2015. Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos Dari Kubis dan Kulit Pisang. J. Integr. Proses 5, 75–80.

BAB V

TRICHOKOMPOS BERBASIS FESES SAPI POTONG DAN LIMBAH BATANG PISANG (TRICHOKPOMPS FLBP) SEBAGAI SUMBER PUPUK ORGANIK UNTUK MEWUJUDKAN "ECO-TECHNO FARMIMG SYSTEM"

Sri Arnita Abu Tani, Endri Musnandar
Fakultas Peternakan Universitas Jambi

PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk kimia yang cukup tinggi ditingkat petani. Hal ini akan menyebabkan biaya produksi tinggi, karena harga pupuk yang semakin lama semakin meningkat. Penggunaan pupuk kimia yang tinggi ini, dapat meningkatkan pemanasan global *(Global Warming),* dan perubahan iklim yang hingga saat ini menjadi masalah utama lingkungan, sosial dan ekonomi (Purnomo dan Samaka, 2018). Perubahan iklim disebabkan oleh meningkatnya gas rumah kaca (ORK) sebagai akibat dari kegiatan manusia. Pertanian berkontribusi 10%-12% terhadap emisi ORK secara global (Smith et al., 2007). Kegiatan pertanian mengemisikan ORK berupa CO2 melalui konversi lahan serta pengelolaan tanah dan penggunaan energi, N20 yang bersumber dari kegiatan pemupukan, serta CH4 dari pengolahan limbah organik (Flessa et al.,2002). Hal yang sama juga dikemukakan bahwa Dinitrogen oksida (N2O) merupakan ORK anthropogenik yang berasal dari penggunaan pupuk dalam kegiatan pertanian dan kotoran ternak (Reay et al., 2012). Emisi N2O dari tanah karena penggunaan pupuk kimia nitrogen terdapat pada pupuk urea dan amonium sulfat menjadi N2O dan NO2. Berdasarkan emisi N2O tergantung dari pemberian pupuk Nitrogen (N), kandungan N, kelembaban tanah (Hergoualc'h et al. 2016).

Melihat dampak pupuk kimia terutama pupuk N terhadap peningkatan emisi N2O, maka perlu dilakukan pemanfaatan limbah padat sapi potong untuk dijadikan sumber pupuk organik, agar limbah padat sapi potong berupa feses yang menumpuk tanpa pengolahan dapat berkontribusi meningkatkan emisi CH4. Dengan menambahkan beberapa bahan penyusun lainnya seperti dedak dan sekam padi dan bioakticator *Trichoderma Harzianum Spp* dapat dihasilkan Trichokompos sebagai pupuk organik.

Disamping itu, biasanya limbah batang pisang juga merupakan limbah terbuang yang tidak dimanfaatkan oleh petani. Padahal limbah ini mengandung unsur hara yang juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyusun Trichokompos. Melalui Modifikasi antar

feses sapi potong dan limbah batang pisang dapat menghasilkan suatu pupuk organik yang dinamakan dengan Trichokompos FLBP. Melalui pengolahan feses dan limbah batang pisang terbuang dengan memanfaatkan bahan lain seperti halnya sekam padi, serbuk gergaji dan dedak padi, dengan difermentasikan dengan bioaktifator Trichoderma Harzianum Spp dapat mewujudkan Echo-Techno Farming System (Sistem Pertanian Tekno ekologis)

Penggunaan pupuk kimia secara masiv pada petani akan meningkatkan emisi N2O yang dapat berkontribusi terhadap peningkatan pemanasan global *(Global warming).* Sementara itu limbah padat sapi potong berupa feses belum dimanfaatkan secara optimal oleh petani untuk dijadikan sumber pupuk organik. Feses yang tidak termanfaatkan dan tidak diolah akan meningkatkan emisi CH4. Peternakan terutama sapi potong merupakan salah satu sektor yang berkontribusi dalam peningkatan pemanasan global, material penyumbang Gas Rumah Kaea (GRK) yang berasal dari ternak yaitu berupa kotoran dan eruktasi hewan (Dourmand et al., 2008). Limbah yang tidak dimanfaatkan juga oleh petani adalah batang pisang. Limbah ini merupakan limbah hasil penjarangan batang pisang hasil dari penjarangan batang pisang untuk meningkatkan produktivitas tanaman tersebut. Limbah ini mempunyai kandungan hara seperti halnya nitrogen yang berperan penting dalam pembentukan vegrtatif tanaman baik akar, batang dan daun ((Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2019). Modifikasi kedua limbah ini dapat dihasilkan pupuk organik Trichokompos FLBP yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan pupuk padausaha tani yang dilakukan oleh petani

Trichokompos FLBP

Trichokompos FLBP merupakan salah satu pupuk organik yang diolah dengan melakukan kombinasi antara feses sapi potong dan bahan-bahan lain seperti halnya sekam padi, serbuk gergaji, dedak padi dolomit dan bioaktivator *Trichoderma Harzianum Spp*. Pupuk organik akan bermanfaat dalam mengatasi permasalahan pupuk kimia saat mereka akan tanam kembali.

Formula Trichokompos FLBP

Bahan-bahan penyusun Trichokompos FLBP merupakan bahan-bahan yang ada dikawasan usaha tani. Pemanfaatan Trichokompos FLBP, merupakan salah satu perwujudan dari Eco- Techno Farming System yang mengedepankan pengurangan

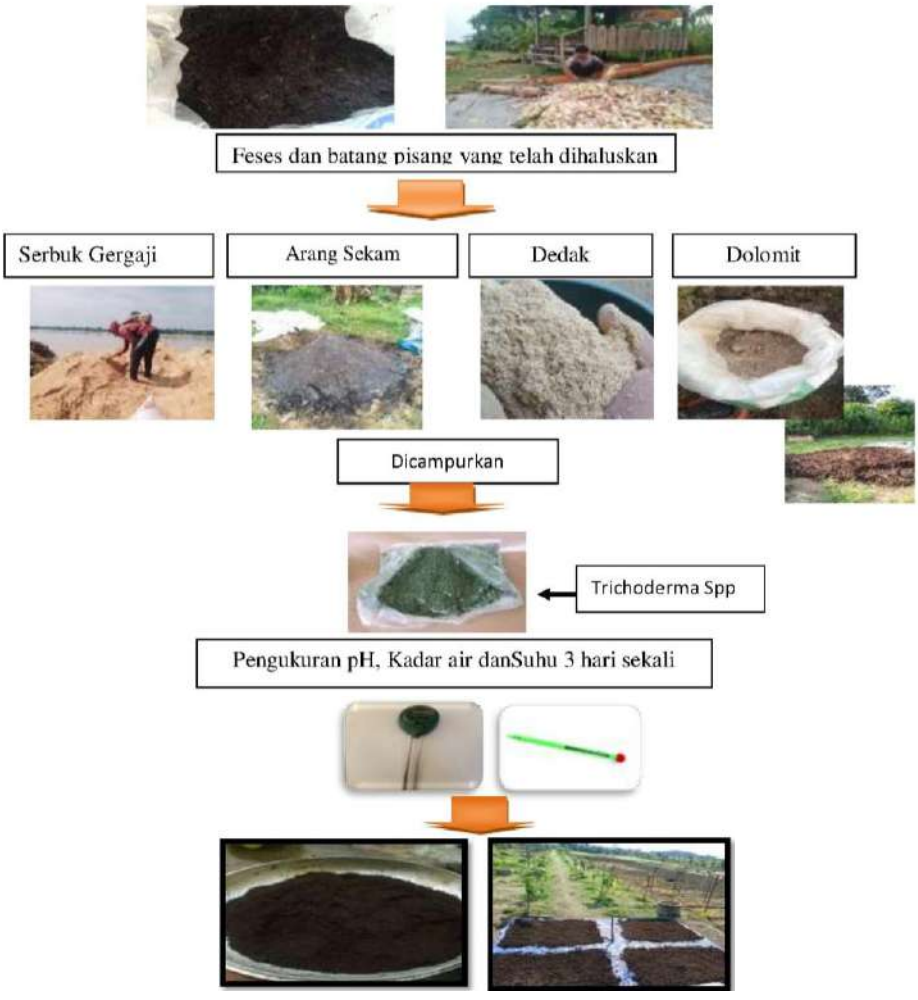
input dari luar yang dinamakan dengan LEISA (low external input sustainable agriculture. Formula Trichokompos FLBP disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. **Formula Trichokompos FLBP** (%)

No.	Bahan	Trichokompos FLBP
1.	Feses	70%
2.	Limbah Batang Pisang	15 %
3.	Serbuk Gergaji	5%
4.	Arang Sekam	5 %
5.	Dedak Padi	3%
6.	Dolomit	2%
7	*Trichokompos Harzianum* Spp	0,0001%

Teknik Pengolahan Trichokompos FLBP

Teknis pembuatan Trichokompos berbasis feses dengan limbah batang disajikan padaGambar 1.



Gambar 1. Teknis Pengolahan Trichokompos Feses Sapi dan Limbah Batang Pisang

Uji Kimia Dan Biologis Trichokompos FLBP

Uji kimia dan biologis dari Trichokompos FLBP dilakukan untuk melihat apakah kandungan hara dari Trichokompos FLBP yang dihasilkan telah memenuhi standar dari syarat pupuk organik dari Permentan 01/2019. Hasil menunjukkan bahwa kandungan hara Trichokompos FLBP telah memenuhi standar dari Rekomendasi Permentan 01/2019 tersebut. Hasil uji kimia Tricokompos FLBP disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kimia Dan Biologi Trichokompos FLBP

No.	Unsur Hara Trichokompos **FLBP**	Satuan	andunganHara	Standar Permentan 01/2019	Satuan
1.	C-Organik	%	29.15	Min 15	%
2.	C/N	%	28	:::; 25	%
3.	Kadar Air	%	38,02	10-25	%
4.	HaraMakro: **N** P2O5 K2O	 % % %	 1,03 1,84 1,67	 Minimum 2	 % % %
5.	Hara Mikro: Fe Total Fe Tersedia	 Ppm Ppm	 4329 239	 Maks 15.000 Maks 500	 Ppm Ppm
	Zn Total	Ppm	65	Maks 5000	Ppm
6.	pHH20	Ppm	8	4-9	Ppm
7.	Logam berat :				
	As	ppm	Td	Maks 10	ppm
	Hg	ppm	Td	Maks 1	ppm
	Pb	ppm	31	Maks2	ppm
	Cd	ppm	1,5		ppm
	Cr	ppm	69		ppm
	Ni	ppm	46		ppm

Uji Fisis Trichokompos FLBP

Parameter	Satuan	Standar mutu (Kepmentan No. 261/KPTS/SR0/.310/M/4/2019)	Hasil analisis Sample
Trcihoderma sp	CFU/g	2': 10^5	2.53×10^6
Eschericia Coli	MPN/g	< 1()2	<30
Salmonella sp	MPN/g	<102	<30
Aktivitas Pelarut **P**	-	Positif	Positif
Aktivitas perombak bahan organik	-	Positif	Positif
Uji patogenesis Pada Tanaman	-		

III. Dampak Aplikasi Trichokompos FLBP Pada Tanaman Jagung Manis *(Zea mays Saccharata Sturl*

Untuk melihat pengaruh aplikasi Trichokompos FLBP pada lahan jagung manis telah dilakukan pengamatan terhadap daya tumbuh, berat tongkol berklobot, produksi jagung dan limbah jagung manis. Untuk itu dilakukan aplikasi dengan berbagai pola pemupukan untuk melihat seberapa efektifnya Trichokompos FLBP sebagai sumber pupuk organik dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Pola pemupukan yang diaplikasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Perlakuan Berdasarkan Kombinasi Pupuk Anorganik, Organik Dan Biourine

Komposisi Pupuk Anorganik, Organik: dan Biourine

Perlak: uan	An Organik*l **N-P-K**	Or g anik**) (Trichokompos **FLBP)**	Bi ourine***) (L ·1ha)
Po	0	0	0
P1	1	0	0
P2	¾	0	0
P3	¾	½	100
P4	¾	1	100
PS	¾	l l/2	100
P6	1	1	100

Ket: *) N-P-K Rekomendasi (TSP 200 Kg/ha,KCl 100 Kg dan Urea 300 Kg/Ha)

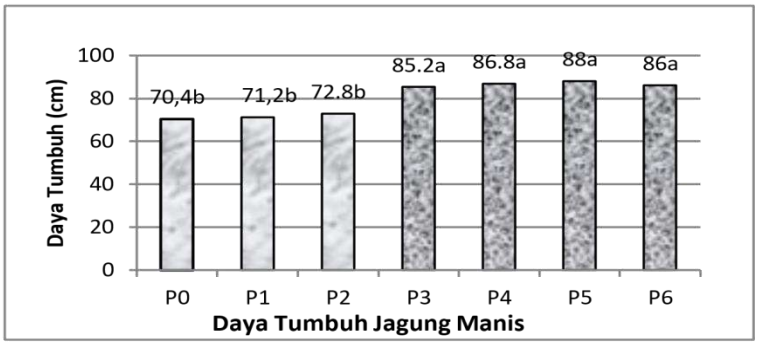
**) Pupuk Organik (Trichokompos FLBP 4000Kg/Ha)

***) Biourine 100 L/Ha

Hasil yang diperoleh dari aplikasi Trichokompos FLBP sebagai berikut :

Daya Tumbuh

Aplikasi berbagai kombinasi antara pupuk organik (Trichokompos FLBP) dan Biourine dan pupuk anorganik akan dilihat dari kemampuan daya tumbuh dari benih yang ditanam. Kemampuan daya tumbuh benih Jagung Manis *(Zea mays* L.Sacc) dari aplikasi pemupukan tersebut disajikan pada Grafik 1.



Grafik.1. Daya Tumbuh Jagung Manis *(Zea mays* L.Sacc) Yang Di Aplikasikan Berbagai Kombinasi Pupuk Anorganik dan Organik Hasil Modifikasi Feses Dan Urin Sapi Potong

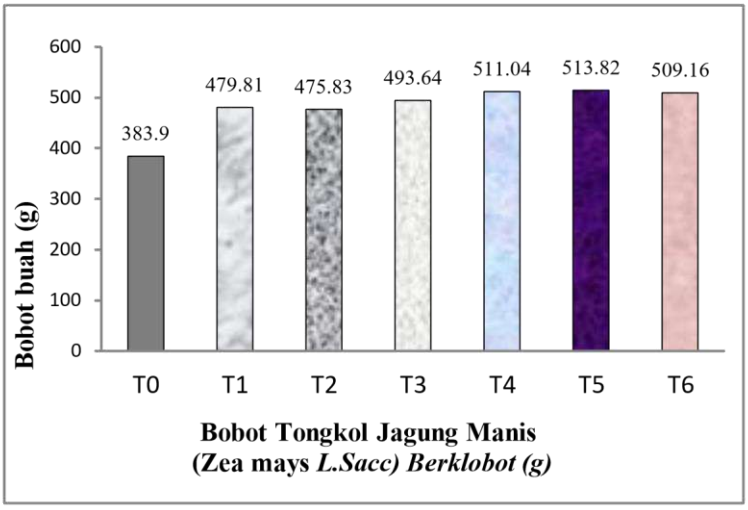
Hasil analisis menunjukkan bahwa daya tumbuh benih jagung manis dari aplikasi pupuk an organik (Pl,P2 dan P3) lebih rendah ($P<0.05$) dibandingkan dengan perlakuan (P3,P4,P5 dan P6) yang menggunakan kombinasi pupuk anorganik, pupuk organik dan biourin. Berarti penggunaan pupuk Trichokompos FLBP dan Biourine hasil modifikasi feses dan urine sapi potong mampu meningkatkan daya tumbuh benih jagung manis. Penggunaan kombinasi (¾N-P-K+1½Trichokompos FLBP+Biourine) pada lahan jagung manis meningkatkan daya tumbuh sebesar 88.0 %. Pupuk organik baik padat dan cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, dapat memperbaiki sifat fisik ,kimia dan biologi tanah. Pemberian pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah, menaikkan bahan serap tanah terhadap air, memperbaiki kondisi kehidupan di dalam tanah dan sebagai sumber zat makanan bagi tanaman (Dewanto dkk., 2013)

Berat Tongkol Berkelobot Dari Jagung Manis *(Zea mays* L.Sacc)

Indikator untuk melihat pengaruh aplikasi kombinasi Trichokompos FLBP dan anorganik dapat dilihat dari bobot tongkol jagung manis *(Zea mays* L.Sacc) berkelobot yang dihasilkan. Berat tongkol jagung manis *(Zea mays* L.Sacc) yang diamati adalah bobot tongkol jagung manis *(Z ea mays* L.Sacc) dengan klobot. Bobot jagung manis dengan klobot dari masing-masing aplikasi FLBP disajikan pada Grafik 2 dan 3.

Berat tongkol jagung manis *(Zea mays* L.Sacc) yang dihasilkan dari aplikasi kombinasi pupuk anorganik dan organik Trichokompos FLBP dan ditambahkan biourin menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi pola pemupukan (¾ N-P-K + 1½ Trichokompos

FLBP + Biourin) menghasilkan berat tongkol jagung manis berklobot lebih tinggi yakni 511,04±10.88 g dibandingkan perlakuan tanpa aplikasi Trichokompos FLBP dengan masing-masing berat tongkol berkisar antara 383,90±8. Sl (Pl) dan 479.81 ±17,49 (P2), tetapi relatif sama denganberat tongkol jagung manis berklobot dari Pl,P3,P4 dan P6. Secara keseluruhan hasil, diperoleh suatu gambaran bahwa aplikasi trichokompos FLBP yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dapat meningkatkan berat tongkoljagung manis *(Zea mays* L.Sacc).



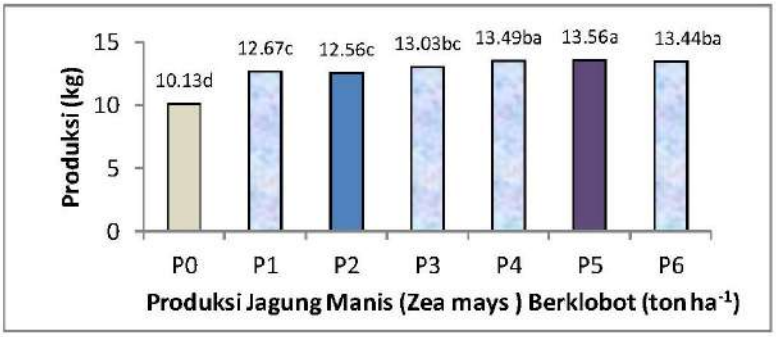
Grafik 2. Bobot Tongkol Jagung Manis Berkelobot Dari Aplikasi Berbagai Kombinasi Pupuk Anorganik Dan Organik Hasil Modifikasi Feses Dan Urin Sapi Potong

Pemberian pupuk anorganik dengan pupuk organik Trichokompos FLBP dan Biourine memberikan hasil yang sama dengan tanaman jagung manis (Zea mays L.Sacc) yang diberi pupuk rekomendasi Pl(l N- P-K). Jika tanaman jagung tidak memperoleh pupuk secara maksimal seperti pada PO dan P2 (Non Fertilizer dan ¾ N-P-K), berat tongkol jagung manis (Zea mays L..Sacc) berklobot yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan jagung manis *(Z e a mays* L.Sacc) yang memperoleh kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik Trichokompos FLBP dan urin sapi potong. Perolehan berat tongkol jagung manis berklobot dari hasil penelitian ini melebihi berat varitas ini, dimana capaian berat tongkol dari varietas ini berkisar 513,82 g..Hasil penelitian ini jauh lebih tinggi dari hasil penelitian Hartati dkk. (2016) yang memperoleh berat tongkol jagung manis hanya 306,66 gr dari aplikasi kombinasi Trichokompos Jerami Padi + TKKS + Ampas Tahu. Tingginya berat tongkol jagung manis berklobot pada penelitian ini, dimungkinkan unsur hara yang yang saling melengkapi. Hasil uji kimia Trichokompos FLBP telah memenuhi standart dari Permentan 01/2019 untuk syarat pupuk organik. untuk C-organik 29.15 %, C/N 28, hara makro (N+P2O5+K2O) 4,54%, pH 8 dan unsur mikro (Fe,Fe tersedia, Zn Total, Mn Total, Cu Total) telah memenuhi standar

permentan 01/2019. Unsur hara dari Trichokompos FLBP dengan kombinasi pupuk anorganik dan biourin, terutama unsur P dan K, memberikan peranan dalam pembentukan tongkol. Khususnya unsur P yang mempengaruhi perkembangan ukuran tongkol dan biji serta **K** yang berperan dalam mempercepat taranslokasi unsur hara dalam memperbesar kualitas tongkol menjadi lebih baik. Selanjutnya dikemukakan bahwa unsur P dapat meningkatkan tingginya produksi tanaman , perbaikan hasil dan mempercepat masa pematangan biji dan buah (Hartati dkk. 2016).

Produksi Jagung Manis (Zea mays L.Sacc) Berklobot

Produksi jagung manis per ha berkaitan erat dengan bobot jagung manis berkelobot yang dihasilkan. Produksi Jagung manis berklobot dari masing-masing aplikasi pemupukan di sajikan pada Grafik 3.



Graflk 3. Produksi Jagung Manis *(Zea mays* L.Sacc) Dari Aplikasi Berbagai Kombinasi Pupuk Anorganik Dan Organik Hasil Modifikasi Feses dan Urin Sapi Potong

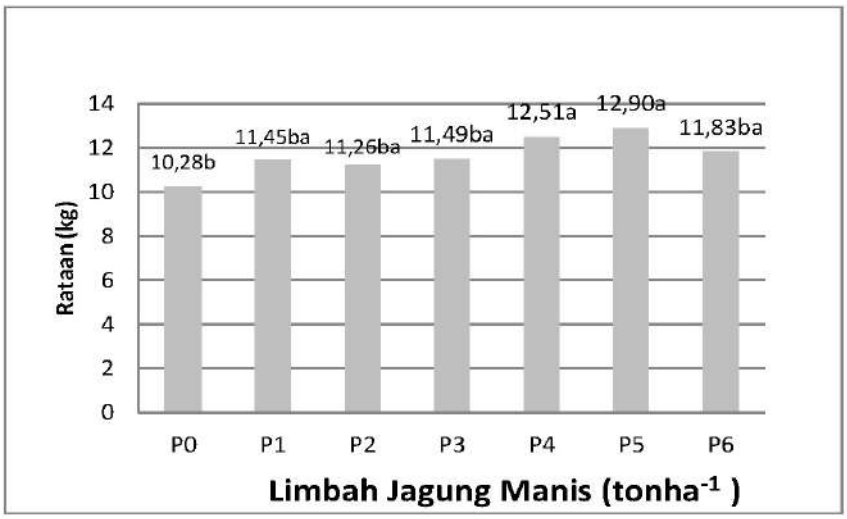
Dari Grafik 3. terlihat produksi jagung manis tertinggi diperoleh pada aplikasi *PS* yakni aplikasi (¾N-P-K + 1½ Trichokompos FLBP + Biourin) dengan produksi per ha diperoleh 13.56

ton. Dibandingkan dengan P0,Pl,P2 dan P3 (10.03 ton-^{1} ,12,67tonha-^{1} dan 12.56 ton-^{1}ha) ($P<0.05$) sedangkan dengan P4 dan P6 relatif sama. Hasil ini terkait erat dengan berat tongkol jagung manis yang dihasilkan. Berdasarkan pada Grafik 2. Pada perlakuan Po diperoleh berat tongkol berklobot lebih rendah sedangkan berat tongkol jagung tertinggi pada P5. Semakin berat tongkol jagung manis berklobot naka produski jagung manis akan tinggi juga. Muhsanati dan

Rahayu (2006) menyatakan berat tongkol tanaman jagung manis akan mempengaruhi hasil panen Jagung mams.

Produksi Limbah Jagung Manis (Zea mays L.Sacc)

Limbah jagung manis berupa batang, daun,bunga merupakan limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Produksi limbah jagung manis dari aplikasi berbagai kombinasi pupuk anorganik,organik dan biourin disajikan pada Grafik.4.



Grafik 4: Produksi Limbah Jagung Manis *(Zea mays* L.Sacc) Dari Aplikasi Berbagai Kombinasi Pupuk Anorganik Dan Organik Hasil Modifikasi Feses dan Urin Sapi Potong 3.

Hasil analisis menunjukkan limbah jagung mams tertinggi dihasilkan dari P5, kemudian P4 dan P6, sedangkan Pl,P2 dan P3 dan P4 relatif sama. Produksi limbah jagung manis terendah diperoleh pada PO yakni 10.28 ton-^{1}ha. Limbah jagung manis tertinggi dihasilkan dari aplikasi PS yang mencapai 12.90 ton-^{1}ha. Semakin tinggi produksi tanaman yang dihasilkanmaka produksi limbah tanaman yang dihasilkan juga semakin tinggi (Tani, 2017). Ketersediaan limbah jagung manis mempunyai potensi untuk dijadikan sumber ternak ruminansia khususnya sapi potong. Limbah tanaman pangan memiliki potensi besar sebagai sumber pakan ternak ruminansia Pemanfaatan limbah ini dapat mengurangi kerusakan lingkungan, karena biasanya petani membiarkan limbahnya tanpa dimanfaatkan (Maryono dan Ramjali, 2017). Dari ketersediaan limbah ini dapat dihitung "Daya Dukung Limbah Tanaman" sebagai pakan sapi potong, dengan menghitung produksi limbah total (Bahan Kering) dari luas areal panen (ha) x produksi limbah segar (ton- ^{1} ha) x kandungan Bahan Kering limbah (%) dan dibagi

dengan kebutuhan bahan kering (BK) sapi potong (Syamsu, 2006). Dari perhitungan ini maka untuk PS dapat menghasilkan limbah sejumlah 12.90 ton-[1]ha. Berdasarkan perhitungan ini maka potensi limbah jagung manis yang tersedia dapat menampung 4 ST sapi potong

IV. Kesimpulan

1. Dalam mewujudkan eco-techno farming system, pengolahan feses sap1 potong yang ditambahkan limbah batang pisang serta berbagai bahan lainya dan bioaktivator *Trichoderma Harzianum Sp* dapat menghasilkan pupuk organik Trichokompos FLBP yang telah sesuai dengan sebahagian besar standar pupuk organik padat berdasarkan Permentan O1 tahun 2019
2. Aplikasi pupuk organik melalui modifikasi Feses dan urin sapi potong menjadi Trichokompos dan biourin yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dapat meningkatkan daya tumbuh, berat tongkol berklobot, produksi jagung manis dan produksi limbahjagung manis *(Zea mays* L.Sacc)
3. Pola aplikasi yang optimal yang dapat digunakan untuk tanaman jagung manis adalah dengan pola aplikasi (¾ N-P-K + 1½ Trichokompos FLBP + biourine) karena dapat meningkatkan daya tumbuh, berat tongkol berklobot, produksi jagung manis dan limbah Jagung mams
4. Limbah jagung manis yang dihasilkan mempunyai potensi untuk dijadikan sebagai bahanpakan sapi potong

IIV. DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian Tanah. 2019. Hasil Analisis Contoh Pupuk Organik.Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air. BAdan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogar

Dewanto,F., G.Londok, J.M.R. Tuturoong, R.A.V, Kaunang .2013. Pengaruh Pemupukan an organic Terhadap Produkasi Tanaman Jagung Sebagai Sumber Pakan Ternak.Journal Zootek, 32(5). 1-8

Dormad,J.Y., Rigoloy, C. and Vander Werft, H. 2008. Emissions of green house gas, developing manajementand animal farming system to assist, mitigation. In: Livestock and global Climate Change: British Society of Animal Scie nce.

Hammamet, Tunisia, 17-20 May 2008. Cambridge (UK): Cambridge University Press. P.36-39.

Flessa H, M Potthoff and Lofifield. 2002. Integrated evaluation of greenhouse gas emission CO2,CH4, N2O from two farming system in Southern Germany. *Agriculture,* Ecosystem and Environment 91, 175 : 189

Hargoualc'K, E Blanchart, U Skiba, C Henault and JM Harmand. 2012. Changes in carbon stockang greenhouse gas balance in coffee *(Coffea arabica)* monoculture versus an agroforestry system with *Inga densiflora,* in Coasta Rica. Agriculture, Ecosystem and Environment 148, 102-110.

Hartati R., H.yetti, F.Puspita. 2016. Pemberian Trichoderms Beberapa bahan orgamc dan produki

Musahnati, S dan Rahayu.2006, Pengaruh Takaran Kompos Tithonia terhadap pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung manis (Zea mays) . Jurnal Zootek, 32(5)1-8

Purnomo, A dan Sadmaka. 2018. Emisi Gas Rumah Kaea, Cadangan Karban Serta Strategi Adaptasi dan Mitigasi Pada Perkebunan Kopi Rakyat Di Nusa Tenggara Barat

S.A,.A. Tani. 2017. Integrasi Sapi Potong Dan Tanaman Pangan Di Lahan Pasang Surut Tipe C Di Lahan Pasang surut Tipe C [Disertasi]. Institut Pertanian Bogar Kabupaten Tanjung Jabung Timur Provinsi Jambi

Smith P, D Martino, Z.Cai, D. Gwary, H Janzen, P Kumar, B McCarl, S Ogle, FO'Mara, C Rice, B. Scoles and O Sirotenk:o. 2007. Agriculture in Climate Change 2007: Mitigation *In:* B Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R.Dave, LA.Meyer (eds), *Contribution oGroup III to the Fourth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom University Press, Cambridge, United Kingdom and New York NY, USA. P 498-540

Syamsu, JA. 2006. Analisis Potensi Limbah Tanaman Sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia di Sulsel.(Disertasi)Institut, Pascasarjana Institut

BAB VI

TEKNOLOGI PRODUKSI TRYCHOKOMPOS INSITU (PUPUK ORGANIC PADAT)

Adi novra
Fakultas Peternakan Universitas Jambi

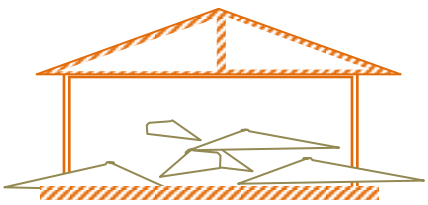
Trychokompos insitu adalah bahan campuran limbah padat kandang sapi dan residu tanaman termasuk legume dan rumput kering yang diolah menjadi pupuk kompos dengan menggunakan dekomposer agen hayati trichoderma. Panduan produksi ini dikembangkan untuk kapasitas 10 ton perperiode pengolahan dengan komposisi berdasarkan tinggi tumpukan limbah padat kandang dan residu tanaman (legume dan rumputan) adalah 70 - 80 berbanding 20 - 30. Sebagai contoh, jika rasio (75:25) dan ketinggian tumpukan bahan baku utama setiap proses pengolahan adalah 40 cm maka tinggi tumpukan limbah padat kandang adalah 30 cm dan sisanya residu tanaman 10 cm. Rasio bahan baku utama ini tidak terlalu berpengaruh pada kandungan unsur hara tetapi lebih mempengaruhi warna dan keremahan pupuk. Semakin tinggi komposisi residual tanaman akan semakin terang warna dan remah produk pupuk kompos yang dihasilkan. Kapasitas pengolahan tergantung

pada luas bangunan rumah kompos dengan ukuran lebar biasanya 6 - 8 meter dan panjang sesuai dengan kebutuhan dan luas areal lahan yang tersedia. .

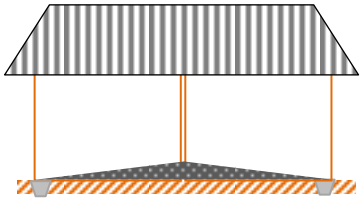
7.1. Infrastrutkur Bangunan dan Peralatan

Terdapat minimal 3 (tiga) jenis bangunan yang dibutuhkan dalam produksi tricokompos in-situ disamping bangunan kandang ternak sapi sebagai sumber limbah padat, yaitu;

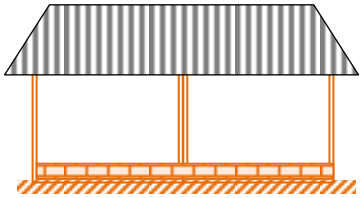
1. Pondok pengumpulan limbah padat (feses dan sisa pakan) yang berfungsi untuk mengumpulkan limbah basah sebelum dilakukan proses pengeringan. Bangunan ini dapat dibuat sederhana menggunakan struktur kayu dengan atap terbuat dari rumbia atau seng, sedangkan lantai cukup tanah.



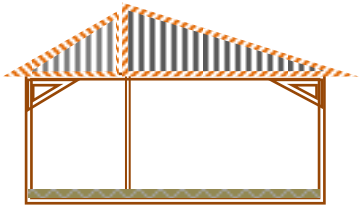
2. Pondok pengeringan yang berfungsi untuk pengeringan atau menurunkan kadar air limbah padat sebelum dilakukan proses komposing. Bangunan dapat dibuat dengan struktur kayu dengan atap plastik atau seng. Perlu diperhatikan bahwa lantai pondok pengeringan yang terbuat dari coran semen sebaiknya dibuat miring sekitar 5^0 dan pada bagian rendah dibuat saluran air.



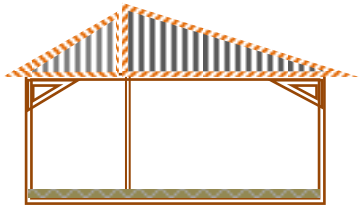
3. Pondok komposing yang berfungsi sebagai tempat pengomposan dengan lantai terbuat dari coran semen serta struktur bangunan dari kayu. Pada bagian pinggir atau sekeliling bangunan sebaiknya dipasang batu-bata setinggi 2 lapis guna menghindari tumpahnya kompos selama pengolahan terutama saat pengadukan.



4. Pondok pengayakan berfungsi sebagai tempat pemisahan antara butiran halus dan kasar (pengayakan) biokompos kompos sebelum dilakukan pengemasan.



5. Pondok pengemasan dan penyimpanan sementara dapat dibangun terpisah atau satu pondok pengayakan (tergantung lahan dan modal tersedia).



Peralatan yang digunakan dalam proses produksi trycokompos insitu antara lain adalah;

1. Cangkul, sekop dan garu yang diperlukan untuk pengangkat bahan baku limbah padat kandang dari satu tempat ke tempat lainnya. Pada proses lainnya ketiga peralatan dapat digunakan sebagai pengaduk dan perataan permukaan kompos fermentasi.

2. Gerobak dorong diperlukan sebagai alat angkut bahan baku (limbah padat) dari kandang, tempat pengumpulan dan pengeringan serta pondok pengomposan.
3. Hand Dryer dan traktor tangan yang digunakan untuk proses pengadukan kompos selama proses fermentasi, tetapi jika traktor tidak tersedia maka dapat digunakan cangkul.

7.2. Proses Pengolahan Trychokompos Insitu

Proses produksi trycokompos-insitu dapat dikelompokkan pada 3 tahapan, yaitu persiapan bahan baku, pengomposan dan pasca komposing. Secara ringkas proses produksi trycokompos insitu dapat kita lihat pada Gambar 7.1.

Gambar 7.1.

Tahapan Proses Produksi Trychokompos In-situ

1. Tahap Persiapan

   Tahap persiapan diawali mulai dari pengumpulan limbah padat kandang sampai pada proses komposing dilaksanakan, yaitu;

   a. Pengumpulan limbah kandang

   Pengumpulan limbah padat kandang (basah) dilakukan setiap kali pembersihan kandang dengan cara menumpuk limbah basah pada pondok pengumpulan berlantai tanah. Jangka waktu dan volume limbah padat kandang yang dikumpulkan tergantung pada jumlah ternak sapi yang dipelihara serta luasan pondok pengumpulandan pengeringan.

   b. Pengeringan limbah basah

   Limbah basah yang sudah mulai berkurang kadar airnya selanjutnya dikeringkan pada pondok jemur. Jika pada pondok pengumpulan yang berlantai tanah limbah padat ditumpuk, maka pada pondok pengeringan berlantai miring dari semen, maka limbah padat ditata agar proses pengeringan rata. Jangka waktu pengeringan tergantung pada kondisi cuaca (panas atau hujan) dengan kisaran waktu 8 – 14 hari.

2. Tahap Komposing

Tahap komposing diawali dengan penyediaan bahan baku utama yang terdiri dari limbah padat kandang yang telah mengalami proses pengeringan dan limbah tanaman (daunan dan legume) sekitar lokasi (in-situ). Langkah-langkah lanjutan adalah:

a. Penyusunan bahan baku pada pondok komposing dengan menyusun rata limbah kandang (± 20 cm) dan kemudian ditutupi dengan limbah tanaman (daun atau legume) yang diperoleh pada lokasi terdekat (in-situ).

b. Setelah bahan baku utama tersusun, pada bagian atas limbah tanaman ditaburkan phospat (kapur) secara merata dan selanjutnya disiram dengan trychoderma.

c. Pembalikan dilakukan setiap 2 hari selama proses komposing yaitu 1 minggu atau 3 kali selama proses komposing. Pemballikan dapat menggunakan traktor tangan atau secara sederhana menggunakan cangkul.

3. Pasca Komposing

Proses komposing berlangsung selama 1 minggu dan pasca proses komposing maka hasil pengomposan diangkut dengan menggunakan gerobak ke pondok pengayakan dan/atau pengemasan

a. Pengayakan dilakukan untuk memisahkan butiran halus trycokompos-insitu dengan gumpalan-gumpalan yang masih tersisa. Pengayakan menggunakan mesin ayak dan jika tidak tersedia dapat dibuat sedehana menggunakan konstruksi kayu dan kawat kasa (ayakan tukang pembangunan rumah).

Hasil pengayakan memisahkan trycokompos butiran yang siap dikemas atau langsung digunakan dan gumpalan yang dapat diolah kembali setelah dilakukan proses peremahan atau dapat digunakan langsung (non-komersial).

b. Pengemasan dilakukan terhadap trycokompos yang sudah dalam bentuk butiran halus (hasil pengayakan) baik dalam bentuk kemasan karung 40 kg (maupun kemasan plastik transparan 5 kg.

Pengemasan dapat pada karung yang sudah diberi merk ditujukan untuk penjualan (komersial), sedangkan pada karung polos untuk kebutuhan sendiri dan kelompok. Pengemasan pada plastik transparan sebagai upaya diversifikasi produk dengan sasaran pembeli adalah rumah tangga yang dapat dijual langsung maupun melalui toko atau kios pertanian dan pedagang bunga hias.

7.3. Karakteristik dan Kualitas Trychokompos In-situ

Perlakuan komposisi (imbangan limbah kandang dengan limbah tanaman) dan penyiraman urine (penyiraman dan tanpa penyiraman urine mentah) selama proses pengomposan secara fisik menyebabkan perbedaan fisik Trychokompos Insitu dihasilkan. Perbedaan terjadi pada warna, dimana peningkatan komposisi penggunaan limbah tanaman menyebabkan warna kompos yang dihasilkan semakin terang (mendekati warna coklat muda). Secara fisik perubahan warna ini tidak menjadi indikator kualitas, tetapi dari aspek pemasaran produk akan memberikan peluang untuk menerapkan strategi bauran pemasaran yaitu melalui diversifikasi produk. Warna kompos yang semakin terang diperkirakan akan lebih disukai oleh para konsumen rumah tangga dan sebaliknya para petani akan menyukai

warna yang lebih gelap. Pada sisi lain, peningkatan komposisi limbah tanaman juga menyebabkan keremahan dari trychokompos yang dihasilkan mengalami peningkatan.

Hasil analisis sidik ragam (Anova) mengindikasikan bahwa pengaruh peningkatan komposisi legume dan limbah tanaman tidak siginifikan terhadap kandungan unsur C tetapi berpengaruh terhadap kandungan P dan N. Penambahan komposisi legume sampai pada taraf 30% signifikan mendorong penurunan kandungan unsur hara P dan N sehingga dapat direkomendasikan bahwa batas 25% komposisi tinggi limbah tanaman adalah batas maksimal. Pada sisi lain penggunaan uirne mentah selama proses penyiraman tidak memberikan kandungan unsur hara yang berbeda signifikan dengan trychokompos insitu yang disiram dengan air biasa. Penambahan urine mentah selama proses fermentasi sifatnya sangat terbatas guna menghindari terjadinya kegagalan fermentasi akibat campuran limbah yang terlalu basah. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan urine dalam budidaya sebaiknya dilakukan secara langsung dan tidak efektif dicampur dalam trychokompos insitu.

Kandungan unsur hara P, C dan N produk trychokompos insitu yang dihasilkan masing-masing adalah 0,15 - 0,47, 11,64 - 20,95 dan 0,97 - 2,07. Rasio C terhadap N (CN ratio) berkisar antara 8,79 - 12,53 yang masih sesuai dengan kisaran CN ratio yang dianjurkan untuk tanaman yaitu 12 - 15. Banyak faktor yang mempengaruhi kandungan unsur hara termasuk komposisi penggunaan bahan baku, jenis residu tanaman yang digunakan serta proses komposing itu sendiri mulai dari penyiapan bahan baku, proses feremntasi selama komposing sampai pada panen. Secara umum proses produksi trychokompos yang dilakukan memiliki beberapa keunggulan yaitu proses komposing lebih cepat dari biasa 21 hari secara konvensional menjadi 14 - 21 hari tergantung kekeringan bahan baku, proses pengolahan lebih efisien dari aspek tenaga kerja karena tidak perlu pemindahan selama komposing dan produk yang dihasilkan lebih remah, bau netral dan warna lebih cerah. Kelemahan teknik produksi ini antara lain sangat tergantung sekali kepada musim (kondisi cuaca) dimana pada saat musim hujan menjadi lebih lambat.

TEKNOLOGI PRODUKSI BIOURIN A PLUS (PUPUK ORGANIK CAIR)

Penggunaan urine secara langsung pada tanaman juga tidak dapat dilakukan secara langsung sehingga dibutuhkan proses pengolahan dengan tujuan untuk meningkatka efektivitas penggunaannya. Hal ini sesuai dengan pendapat BPTP Kaltim (2012) bahwa biourine plus adalah biourine yang sudah ditambah beberapa tanaman biofarmaka (empon-

empon), selain mampu meningkatkan produksi, ‘biourine plus’ mampu mencegah penyakit yang menyerang tanaman, karena adanya empon-empon yang ditambahkan. Kendala utama dalam penggunaan dan pemasaran produk biourine adalah bau menyengat dan masih adanya sisa material padat pada urine fermentasi sehingga dalam perjalanan dibutuhkan upaya pengolahan dengan sistem aerasi.

Bio-urine adalah pupuk organik dalam bentuk cair atau pupuk cair yang diolah melalui proses fermentasi limbah cair kandang (urine) ternak sapi potong. Biourine merupakan salah satu alternatif pupuk cair yang mampu mengurangi pemakaian pupuk anorganik. Bio-urine merupakan istilah populer dikalangan pengembang pertanian organik yang diperoleh dari proses fermentasi anaerobik urine dengan nutrisi tambahan menggunakan mikroba pengikat nitrogen dan mikroba dekomposer lainnya sehingga kandungan nitrogen lebih tinggi dibandingkan dengan urine biasa.Biourine plus yang dimaksud di sini adalah biourine yang sudah ditambah empon empon sehingga selain mampu meningkatkan produksi, juga mampu mencegah penyakit yang menyerang tanaman, karena adanya penambahan empon empon.

Selanjutnya disebut Biourine A Plus karena dalam proses produksinya menggunakan teknik aerasi sederhana dengan bantuan pompa air. Aerasi adalah proses pengelolaan air dengan cara menggontakannya dengan udara.dengan tujuan untuk penambahan jumlah oksigen, penurunan jumlah karbon dioxide (CO_2)dan menghilangkan hydrogen sulfide (H_2S), methan (CH_4) dan berbagai senyawa senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau. Areasi secara luas biasanya digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah besi dan mangan tinggi sehingga memberikan rasa pahit pada air, menghitamkan pemasakan beras dan memberikan noda hitam kecoklat-coklatan pada pakaian yang dicuci. Penggunaannya pada proses produksi bio-urine lebih ditujukan

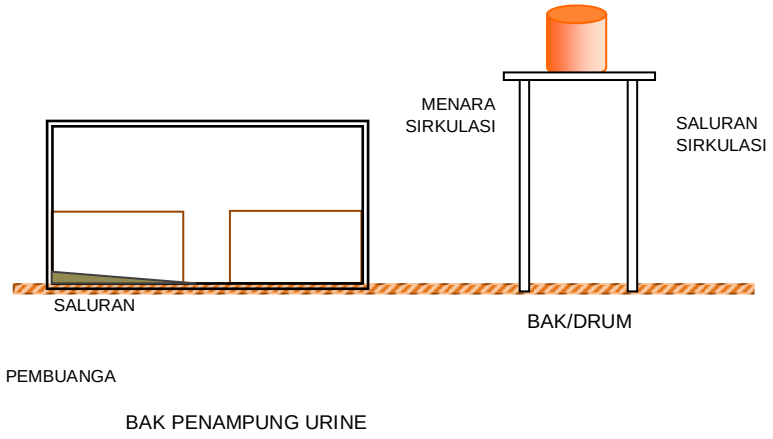
untuk menghilangkan atau mengurangi bau menyengat urine dan menghasilkan warna yang lebih terang.

8.1. Instalasi Pengolahan Limbah Cair

Pengembangan instalasi pengolahan biourine (IPLB) dapat dilakukan dengan menggunakan 2 sistem, yaitu sistem aerasi dengan menara dan tanpa menara

8.1.2. Instalasi dengan Menara

Salah satu faktor penting dalam pengolahan limbah cair kandang adalah desain instalasi pengolahan biourine plus (IPBP) yang diawali dengan proses penampungan (Gambar 8.1)



Gambar 8.1.

Instalasi Pengolahan Biourine Plus (IPBP) dengan Menara

a. Saluran dan bak penampung urine

Saluran urine terletak dalam kandang ternak sapi yang dapat dibuat dari batu bata yang dilapisi semen. Untuk memperlancar aliran maka lantai kandang harus didesain miring ($\pm 5^0$) dan agar tidak tercampur dengan air bekas memandikan atau membersihkan kandang maka dibutuhkan saluran pemisah. Pada saat kegiatan memandikan ternak atau membersihkan kandang maka saluran air menuju bak penampung ditutup sehingga air akan mengalir pada saluran pembuang yang telah disediakan (langsung ke lahan). Saluran menuju bak penampungan urine kembali dibuka kembali selepas aktivitas pemandian ternak dan pembersihan kandang.

Bak penampung urine dapat dibuat dari batubata yang dilapisi

dengan semen atau galian tanah yang didalamnya dimasukkan drum sebagai media penampung urine. Jika dibuat batubata yang dilapisi semen, ukuran disesuaikan dengan kapasitas kandang dengan kedalaman sekitar 1 meter dan permukaan bak harus lebih tinggi sekitar 10 cm dari permukaan tanah guna menghindari masuknya air hujan. Penggunaan bak penampung permanen dari batubatu yang dilapisi semen meskipun lebih mahal tetapi memiliki keunggulan yaitu lebih tahan lama karena penggunaan drum akan lebih cepat rusak karena keasaman urine dapat mempercepat proses pelapukan drum yang digunakan meskipun terbuat dari plastik.

b. Menara Sirkulasi

Menara sirkulasi adalah media yang digunakan untuk proses sirkulasi yang dapat dibuat dari berbagai bahan seperti kayu, besi dan coran semen. Penggunaan besi kurang dianjurkan karena akan cepat berkarat jika terkena cairan urine yang mengandung asam, dan lebih direkomendasikan menggunakan bahan kayu atau coran semen. Jika ditinjau dari segi biaya dan kemudahan dalam mendapatkan bahan baku serta daya tahan menara, maka penggunaan coran semen lebih direkomendasikan. Bangunan menara sirkulasi didesain agar proses sirkulasi dapat berjalan lancar dan energi yang dibutuhkan hanya untuk menaikkan urine ke tekmon pada bagian atas meja menara.Secara ringkas, spesifikasi bangunan menara sirkulasi adalah sebagai berikut;

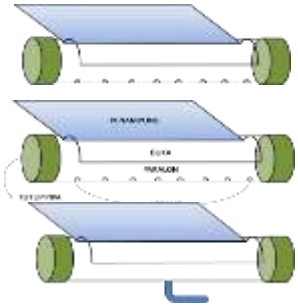
- Bangunan menara terdiri dari 4 tiang dengan ketinggian lebih dari 3 meter dan ukuran masing-masing tiang adalah 20 x 20 cm.
- Guna memperkokoh bangunan menara sebaiknya pada bagian tengah atau ketinggian 1,5 meter dibuatkan coran pinggang dengan ukuran 15 x 20 cm.
- Pada bagian atas menara dilakukan pengecoran lantai atas dengan ketebalan 8 cm yang berfungsi sebagai meja untuk penempatan tekmon.
- Pada lantai atas dapat dipasang tiang dan atap dengan ketinggian 1,5 meter guna melindungi tekmon dari perubahan cuaca dan proses produksi pada saat musim hujan.

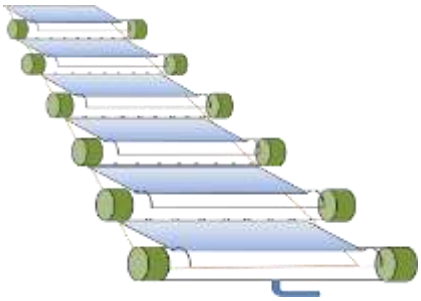
c. Pipa Saluran Sirkulasi

Pipa saluran sirkulasi berfungsi untuk menaikkan urine dari bak/drum fermentasi ke tekmon yang terletak diatas meja menara (menggunakan mesin pompa) dan untuk

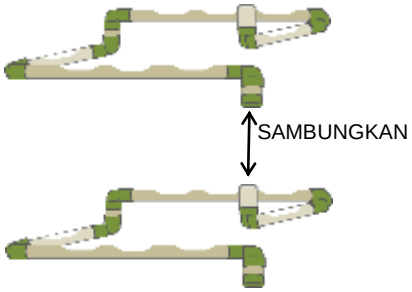
selanjutnya memanfaatkan gravitasi, urine dari tekmon dialirkan kembali ke drum fermentasi. Proses ini dilakukan secara berulang dengan frekuensi tergantung waktu pemompaan sehingga disebut dengan saluran sirkulasi. Khusus untuk sirkulasi urine dari tekmon ke bak penampung dapat menggunakan 2 sistem sirkulasi yaitu;

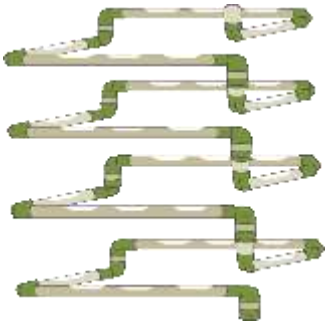
- Sistem air jatuh dengan menggunakan pendekatan anak tangga dan dibuat menggunakan pipa PVC 3 inchi seperti pada Gambar berikut.





- Sistem air mengalir dengan menggunakan pendekatan pipa melingkar dan dibuat menggunakan pipa PVC yang lebih kecil (2 inchi) seperti pada Gambar berikut.





Sirkulasi ditujukan untuk mempercepat hilangnya bau urine yang akan difermentasi dan dilakukan sebelum dan saat proses fermentasi. Selama sirkulasi bau urine akan dilepas keudara dan memungkinkan untuk menangkap N udara guna meningkatkan kualitas biourine yang dihasilkan.

d. Bak Fermentasi

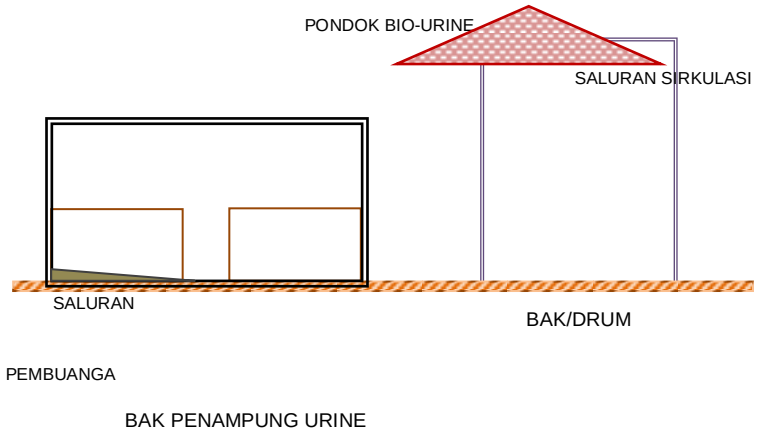
Bak fermentasi dapat dibuat dari berbagai jenis bahan seperti bak semen, tekmon, dan drum (plastik) bekas dengan syarat kedap udara guna memperlancar berlangsungnya proses an-aerobik selama fermentasi. Berdasarkan pertimbangan kapasitas, daya tahan dan biaya maka direkomendasikan Tengki Besi IBC 1000 Liter. Tengki berbentuk segiempat dan dikenal dengan nama baby tank ini dapat diperoleh

dengan mudah dengan harga relatif murah karena merupakan tenki bekas zat kimia. Keunggulan baby tank ini adalah lebih tahan, terdapat saluran masuk (inlet) pada bagian atas dan saluran keluar (outlet) pada bagian bawah sehingga memudahkan untuk disambungkan dengan pipa paralon saluran sirkulasi.

Bak fermentasi ini dapat diletakkan langsung pada bagian bawah menara (dibawah) rangkaian sirkulasi jika kapasitas produksi biourine ≤ 1000 liter perperiode (satu menara dengan satu tengki). Jika kapasitas produksi meningkat maka beberapa (2 – 3) drum fermentasi dapat digunakan dengan memodifikasi sambungan inlet dan outlet yang dapat dibuka dan dipindahkan dari satu tengki ke tengki fermentasi lainnya.

8.1.2. Instalasi Aerasi Tanpa Menara

Sistem tanpa menara menggunakan pipa dengan diameter lebih besar guna menghindari tumpahan saat dilakukan aerasi dan/atau pengadukan selama proses fermentasi. Sama dengan IPLB dengan menara maka pada IPLB tanpa menara juga menggunakan 2 pendekatan aerasi yaitu air terjun dan mengalir.



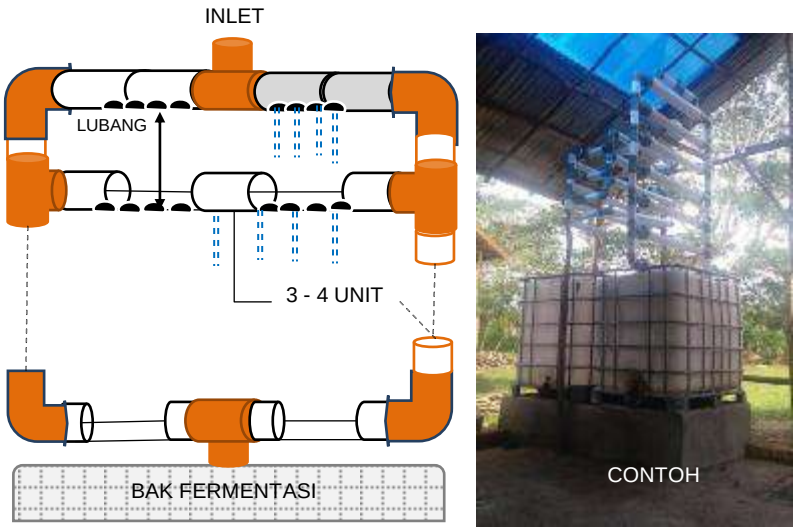
Gambar 8.2.

Instalasi Pengolahan Biourine Plus (IPBP) Tanpa Menara

Cara pembuatan dan penyusunan saluran sirkulasi untuk sistem air mengalir sama dengan IPLB dengan menara tetapi membutuhkan pipa dengan diamter lebih besar (5 - 6 inchi atau 140 - 165 mm). Bahan pembuatan saluran sirkulasi ini diperkirakan menghabiskan 2 batang pipa 6 inchi, 5 buah sambungan segitiga dan 4 sambungan L serta 2 kotak lem pipa PVC. Model ini lebih direkomendasikan karena lebih hemat dari sisi pembiayaan antara lain tidak butuh biaya pembuatan menara, hanya butuh pengadaan 1 bak (tanpa bak antara dan untuk penampung dan fermentasi cukup gunakan “baby tank” yang sama) serta hanya butuh 1 pompa air dan tidak membutuhkan tempat luas asal tetap terlindung dari panas dan

hujan. Pompa untuk penyaluran dari bak penampung menuju baby tank fermentasi dapat menggunakan pompa yang sama tetapi diatur dengan menggunakan 2 keran yaitu keran saluran inlet dan saluran sirkulasi.

Pemgembangan saluran sirkulasi model air terjun disajikan pada Gambar 8.3, serta dilengkapi contoh hasil akhir IPBP yang ada di Fapet Farm Fakultas Peternakan Universitas Jambi.



Gambar 8.3.

Model Pipa Sirkulasi dan Contoh IPBP Terpasang

8.2. Proses Pengolahan Limbah Cair

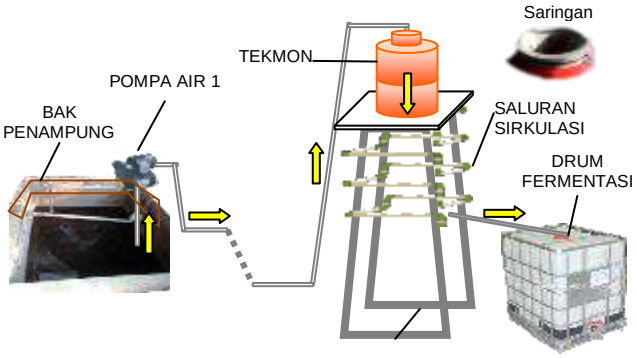
Tahapan dalam proses produksi Biourine A Plus secara umum dapat dibagi dalam 4 tahapan kegiatan yaitu penyiapan (aerasi) bahan baku urine, penyiapan bahan fermentasi, proses fermentasi dan penanganan pasca produksi.

Penyiapan dan Aerasi Bahan Baku Urine

Penyiapan bahan baku urine melalui proses aerasi dilakukan sebelum fermentasi dilakukan yaitu selama ±3 hari dengan frekuensi 2 kali sehari selama 15 - 20 menit. Pada saat aerasi bahan baku urine masih murni dan belum ada campuran bahan fermentasi lainnya seperti EM-4, gula merah dan empon-empon. Proses aerasi ditujukan untuk mengurangi bau menyengat urine dengan melepasnya keudara. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penyiapan dan aerasi bahan baku urine adalah sebagai berikut

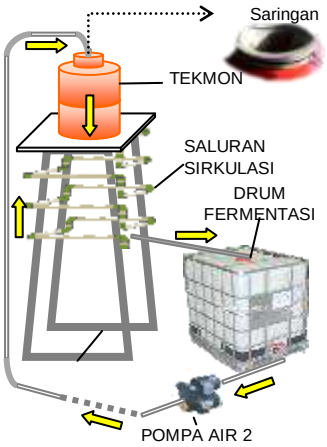
a. Pengisian Baby Tank (Drum Fermentasi)

- Sebelumnya jangan lupa pasang kain kasa saringan urine pada inlet tekmon pada bagian atas menara biourine.
- Urine pada bak penampungan didorong menggunakan mesin pompa air 1 menuju tekmon.
- Urine pada tekmon akan mengalir menuju drum fermentasi yang terbuat dari baby tank setelah melalui saluran sirkulasi aerasi.
- Setelah baby tank penuh maka pompa air yang terdapat pada bak penampung dimatikan.



b. Proses Aerasi

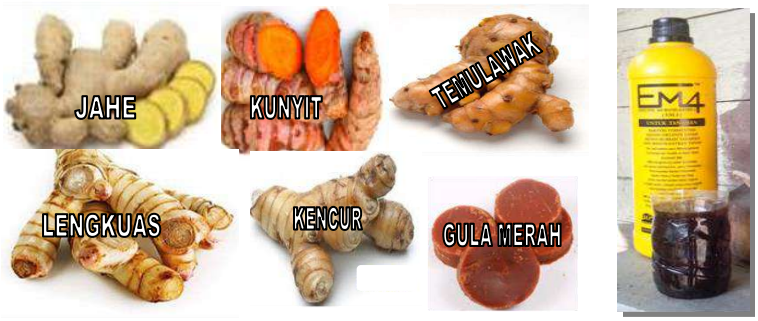
- Sebelumnya buka keran outlet baby tank, keran saluran aerasi (sesuai metode sirkulasi).
- Hidupkan mesin pompa air 2 sehingga urine yang terdapat dalam baby tank dapat didorong ke tekmon yang ada diatas menara biourine.
- Urine dalam tekmon biarkan mengalir kembali menuju baby tank setelah melalui saluran sirkulasi.
- Biarkan sirkulasi berlangsung selama 15-20 menit dan setelah itu matikan mesin pompa.



- Lakukan perlakuan aerasi yang sama sebanyak 2 kali sehari selama 3 hari berturut-turut.

Penyiapan Bahan Fermentasi

Bahan yang digunakan dalam proses produksi biourine adalah urine ternak sapi, gula merah, empon-emponan (Jahe, Kunyit, Temulawak, Kencur, dan Lengkuas) serta EM4 dan.



Sedangkan perlengkapan digunakan adalah penggiling empon-empon seperti mixer serta ember untuk pengaduk campuran. Tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan bahan fermentasi urine adalah;

a. Giling (mixer) empon-empon yang telah dipersiapkan satu persatu atau secara bersamaan sampai halus

b. Gunakan air panas untuk mencairkan gula merah yang telah dihaluskan terlebih dahulu.

c. Tambahkan EM-4 kedalam larutan gula merah dan aduk secara merata.

d. Campuran bahan fermentasi siap digunakan dan dimasukkan kedalam urine hasil aerasi.

Proses Fermentasi

Proses fermentasi sudah dapat dimulai pada hari ketiga proses aerasi dengan tahapan sebagai berikut;

a. Masukkan langsung larutan EM gula merah yang mengandung EM-4 ke dalam urine hasil aerasi.

b. Masukkan empon-empon yang sudah digiling dalam kain kasa yang berfungsi sebagai saringan dan letakkan pada saluran inlet drum fermentasi (upayakan terendam pada saat fermentasi).

c. Mulailah aerasi terakhir sekaligus pengadukan perdana urine agar campuran urine, larutan gula EM-4 tercampur merata serta zat-zat antioksidan dalam empon-empon terserap urine.

d. Lakukan selama ±15 menit dan setelah itu matikan mesin pompa air dan tutup saluran inlet dan outlet drum fermentasi agar tercipta proses an-aerob.

e. Biarkan proses fermentasi dalam kondisi an-aerob selama 3 hari dan selanjutnya lakukan proses pengadukan ulang.

f. Proses fermentasi membutuhkan waktu sekitar ±12 hari sehingga setelah pengadukan perdana dibutuhkan 3 kali pengadukan yaitu hari ke-3, 6 dan 9 periode fermentasi.

Pasca Fermentasi

Penyiapan bahan dan proses fermentasi masing-masing butuh waktu 3 dan 12 hari sehingga panen atau kegiatan pasca fermentasi dilakukan pada hari ke-15. Langkah-langkah yang dilakukan dalam kegiatan pasca fermentasi adalah;

a. Keluarkan bekas kain kasa (saringan empon-empon) dari saluran inlet bak fermentasi.
b. Siapkan dirigen penampung biourine plus dengan ukuran 20 liter atau 5 liter (sesuai kebutuhan).
c. Alirkan biourine plus pada bak fermentasi ke dalam dirigen dengan cara membuka keran saluran outlet dan tutup keran setelah terisi penuh.
d. Lakukan secara bergantian sampai semua biourine plus dalam bak fermentasi habis.
e. Dirigen yang sudah berisi biourine plus siap untuk digunakan dan jika untuk tujuan komersialisasi (jual) maka dapat ditambahkan merk kemasan.

8.3. Keunggulan dan Kendala Proses Produksi

Biourine A Plus yang dihasilkan dapat digunakan untuk pemupukan tanaman baik baik untuk tujuan pembibitan maupun budidaya sebagai substitusi pupuk an-organik. Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh pupuk organik cair ini adalah;

a. Jangka waktu proses produksi dengan metode ini butuh waktu ±15 hari yang lebih singkat dibanding dengan cara konvensional yang membutuhkan waktu minimal 21 hari.
b. Bau menyengat Biourine A Plus jauh berkurang sehingga dalam penggunaan tidak mengganggu lingkungan (pencemaran akibat bau).
c. Penggunaan pada tanaman sederhana (mudah) baik dengan penyiraman langsung disekitar perakaran tanaman maupun dengan penyemprotan menggunakan hand dryer.
d. Uji coba penggunaan pada tanaman sawit dan empon-empon yang dibudidayakan kelompok memperlihatkan performa lebih baik terutama dari daun tanaman yang lebih hijau.

e. Penggunaan secara bersamaan dengan trychoderma cair dapat mencegah dan menganggulangi penyakit tanaman seperti jamur akar putih (JAP) pada tanaman karet.

Beberapa kendala yang ditemui selama pelaksanaan riset dan implementasi lapangan adalah:

a. Proses aerasi dan pengadukan selama fermentasi sering mengalami gangguan akibat padamnya arus listrik sehingga standar waktu aerasi yang direncanakan tidak tercapai.

b. Pada saat aerasi pertama akan menimbulkan bau yang tidak sedap diudara terutama bagi yang belum terbiasa sehingga disarankan areal pengolahan cukup jauh dari pemukiman.

c. Penggunaan tekmon sebagai bak antara urine ternyata cepat mengalami kerusakan atau pengeroposan sehingga sebaiknya gunakan drum plastik tebal atau model tanpa menara.

d. Pengemasan produk volume 5 liter ternyata mendorong kenaikan biaya pokok perunit baik untuk pembelian dirigen maupun pemasangan kemasan, serta pada cepat keropos.

e. Proses penampungan urine yang tidak terkontrol sering menyebabkan tercampurnya urine dengan air baik air bekas mandi ternak maupun air hujan.

f. Urine yang tercampur air akan berdampak pada turunnya kualitas Biourine A Plus yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

Astriyani, W. O. 2012. Ternak kerbau: problema pengembangan ternak Kerbau di Indonesia. https://astriani052.blogspot.com/2012/05/problematika- pengembangan-ternak-kerbau.html accessed May 30th 2012.

Diarmita, I. K, 2018. Arah Pembangunan Peternakan Indonesia, Menuju Swasembada Protein Hewani, http://www.majalahinfovet.com/ 2018/03/arah-pembangunan-peternakan-indonesia.html, Accessed March 21th 2016.

Irwansyah, 2008. Krisis Pasti Berlalu, Kreativitas Daerah Antisipasi Krisis Global, Bisnis Indonesia, 21 Oktober 2008, Jakarta.

Iswara P, A. Sedayu, J. Samosir, S. Bakhori, H. P. Aditya, 2009. Krisis Ekonomi "di Perdesaan Krisis Terhunjam Dalam", Media Jambi, Browsing: http://media-jambi.blogspot.com.

Manihuruk, R., 2008. Harga TBS dan CPO di Jambi Turun, Batak Pos http://rosenmanmanihuruk.blogspot.com/html., Accesed Sept. 12th 2008

Muladno, 2016. Program SPR Kementan tingkatkan kesejahteraaan peternak, https://www.antaranews.com/ berita/538410/program-spr-kementan-tingkatkan-kesejahteraaan-peternak, Accessed January6th, 2016.

Novra, A. S. Murdy dan E. Mendri, 2009. Solusi Alternatif Penanganan Dampak Krisis Global Terhadap Keragaan Sosial Ekonomi Rumah Tangga Perkebunan, Laporan Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional Batch III TA. 2009, Universitas Jambi, Jambi.

Refita, Y, H. Siregar dan A I Suroso, 2017. Evaluasi Program Sarjana Membangun Desa (SMD) dan Strategi Pengembangannya (Studi Kasus Provinsi Sumatera Barat, Jawa Barat dan Nusa Tenggara Barat), Journal of Regional and Rural Development Planning, Vol. 1 (1): 98-113.

Robiani, B. 2005. Analisis pengaruh industrialisasi terhadap pertumbuhan ekonomi di Sumatera Selatan. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, *6*(1), 93-103.

Stamboel, K., 2009. Petani Indonesia dan Krisis Ekonomi Global, Untuk Indonesia Yang Adil, Sejahtera, dan Bermartabat: Kategori Ekonomi, Desember 2008.

Tawaf, R. 2015. (Bukan) Swasembada Daging Sapi. Infovet Majalah Peternakan dan Kesehatan Hewan. http://www.majalahinfovet.com/2015/06/bukan- swasembada-daging-sapi.html Accessed June 08th, 2015.

_____, 2019. Membangun Industrialisasi Peternakan, PATAKA (Pusat Kajian Pertanian Pangan dan Advokasi), https://www.pataka.or.id/2019/02/27/ membangun-industrialisasi-peternakan/ , Accessed February, 27th 2019. . ,

BAB VII
EMISI GAS RUMAH KACA DARI SEKTOR PETERNAKAN

Hutwan Syarifuddin., A. Rahman Sy., Ubaidillah., Dodi Devitriano

Fakultas Peternakan Universitas Jambi

Salah satu tantangan yang dihadapi dunia peternakan saat ini adalah adanya gas rumah kaca, yaitu Metana (CH_4), Karbondioksida (CO_2) dan Nitrous Oksida (N_2O) yang dihasilkan selama proses pencernaan pakan di dalam saluran pencernaan. Gas fermentasi dihasilkan baik oleh ternak ruminansia maupun nonruminansia, tetapi jumlah gas yang dihasilkan oleh ternak ruminansia lebih besar dibandingkan dengan ternak nonruminansia. Pada ternak ruminansia, gas yang dihasilkan merupakan produk akhir dari pencernaan fermentatif bahan pakan oleh mikroorganisme rumen, disamping asam lemak mudah menguap (*volatile fattyacids*, VFA), amonia, karbondioksida, hidrogen dan sel mikroba.Sebagian besar gas yang dihasilkan dalam proses pencernaan, gas tersebut berkontribusi terhadap penurunan kualitas lingkungan melalui efek gas rumah kaca (GRK). Kontribusi emisi GRK subsektor peternakan secara nasional sekitar < 1,5% (Widiawati, 2013), namun secara global aktivitas peternakan dunia memberikan kontribusi sebesar 12% dari emisi total dunia (Dourmad et al., 2008).

Terdapat dua sumber gas CH_4 dari ruminansia, yaitu CH_4 yang dihasilkan selama proses pencernaan pakan dalam rumen ternak ruminansia (CH_4 enterik) dan CH_4 yang dihasilkan selama proses dekomposisi kotoran ternak baik ruminansia dan non-ruminansia. Gas N_2O dihasilkan hanya dari proses dekomposisi kotoran ternak, baik dari ruminansia maupun non-ruminansia. Chadwick et al. (2011) menyatakan bahwa limbah peternakan berupa feses yang diolah, feses yang ditumpuk dan feses yang disebarkan di lahan menghasilkan gas rumah kaca. Hal ini berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca secara nasional yang berdampak terhadap pemanasan global.

Gas CH_4 mempunyai pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan gas CO2 terhadap pemanasan global, karena daya menangkap panas gas CH_4 adalah 25 × CO2 (Vlaming, 2008). Kegiatan pertanian memberikan kontribusi emisi GRK sekitar 5% dari emisi nasional GRK. Untuk aktivitas produksi ternak diperkirakan memberikan kontribusi sebesar 12% terhadap total emisi rumah kaca (Dourmad et al. 2008).

Potensi pemanasan global CH4 adalah 21 kali lebih tinggi dibandingkan dengan CO_2 (UNFCCC 2006), sehingga emisi CH_4 oleh aktivitas peternakan ruminansia menjadi fokus perhatian dalam penelitian ini. Kontribusi ternak ruminansia terhadap emisi metana adalah 15% dan dari total emisi metana (Moss et al. 2000). Kontribusi ini diperkirakan akan terus meningkat mengingat kecenderungan peningkatan populasi ternak ruminansia. Thornton et al. (2009) menyatakan bahwa di masa yang akan datang akan terjadi peningkatan jumlah ternak kambing dan domba di negara-negara berkembang.

Menurut (Sejian et al., 2011; Ramin dan Huhtanen, 2013) emisi metana dari ruminansia adalah suatu kajian yang sangat penting. Potensi pemanasan global dari CH_4 relatif 25 kali dibandingkan dengan CO2, CH_4 adalah salah satu GRK yang paling penting (Sejian et al., 2011). Menurut Martin et al., (2010) menurunnya emisi metana dari ternak merupakan prioritas dan bagian integral dari pengendalian iklim. Ternak memberikan peranan utama dalam emisi metana (Chagunda et al., 2009; Mihina et al., 2012).

Emisi gas rumah kaca (GRK) yang berasal dari ternak dan dampaknya terhadap perubahan iklim merupakan masalah utama di seluruh dunia. Produksi CH_4 enterik dari ternak ruminansia menyumbang 17 - 37% dari antropogenik global CH_4 (Pedreira et al., 2009; Alemu et al., 2011; Cottle et al., 2011; Knapp et al., 2014). Secara global gas CH_4 dari sektor peternakan memberikan sumbangan sekitar 37% dari semua emisi CH_4 yang diinduksi manusia, dengan 89% dari emisi yang berasal dari ternak berasal dari fermentasi enterik (Steinfeld dan Wassenaar, 2007; Jiao et al., 2014).

Produksi CH_4 dari fermentasi enterik adalah kontributor terbesar untuk GRK yang diikuti dengan CH_4 yang berasal dari sistem pengelolaan pupuk kandang dan aplikasi lahan (Klevenhusen et al., 2011; Hristov et al., 2013; Montes et al., 2013). Berdasarkan jumlah produksi daging maka sapi potong menyumbang 41% dari total emisi sementara emisi dari sapi perah sekitar 20% dari total emisi sektor peternakan (Gerber et al., 2013a) . Emisi metana dari penggembalaan ternak merupakan sumber GRK yang berpengaruh pada sektor pertanian, namun emisi ini sulit untuk dihitung (Huarte et al., 2010; McGinn et al., 2011).

Ternak ruminansia merupakan salah satu penghasil gas CH4, baik berasal dari fermentasi enterik rumen maupun dari proses degradasi bahan organik kotoran ternak. Gas CH4 yang dihasilkan ternak sangat tergantung pada jenis, umur, berat, kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan. Ternak ruminansia dan non ruminansia mengemisikan gas CH4 hasil dari pencernaan dan pengelolaan kotoran, sedangkan ternak unggas hanya

dari pengelolaan kotoran. Gas CH4 yang dihasilkan ternak sangat mempengaruhi sumbangan terhadap gas rumah kaca (GRK). Menurut IPCC (1994) sektor pertani menyumbang 5 % dari keseluruhan emisi GRK. Setidaknya da 5 (lima) kegiatan dari sektor pertanian sebagai sumber GRK yaitu 1) peternakan; 2) budidaya padi sawah; 3) pembakaran padang sabana; 4) pembakaran limbah pertanian dan 5) tanah pertanian.

Kegiatan peternakan menyumbangkan 24,1% dari total emisi yang berasal dari sektor pertanian. Emisi dari peternakan berasal dari aktivitas pencernaan ternak dan pengelolaan kotoran ternak (Harianto dan Thalib, 2009). Gas CH4 yang dihasilkan ternak dampaknya 21 kali lebih berbahaya dibandingkan dengan CO2 (Gustiar et al., 2014). Menurut IPCC (1994) emisi gas CH4 yang berasal dari satu ekor sapi perah sebesar 56 kg CH4/ekor/tahun, sapi pedaging 44 kg CH4/ekor/tahun, kerbau 55 kg CH4/ekor/tahun, kambing, domba dan kuda masing-masing 8 kg CH4/ekor/tahun, 5 kg CH4/ekor/tahun dan 18 kg CH4/ekor/tahun. Sedangkan emisi CH4 dari kotoran ternak berdasarkan asumsi kotoran yang dikeringkan sebesar untuk sapi perah 27 kg CH/ekor/tahun, sapi pedagnig 2 kg CH4/ekor/tahun, kerbau 3 kg CH4/ekor/tahun, kambing 0,37 kg CH4/ekor/tahun, domba 0,23 kg CH4/ekor/tahun dan kuda 2,77 kg CH4/ekor/tahun. Ternak sapi yang diberi pakan konvensional dan pakan tambahan mampu mengurangi emisi GRK sebesar 19% (Pramono, 2016). Syarifuddin dan Rahman (2019) menyatakan bahwa beban emisi gas s CH_4 dari fermentasi enterik 1,122728 Gg CH_4/th, Emisi CH_4 dari Pengelolaan kotoran 0,023888 Gg CH_4/th

Sektor pertanian menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) antropogenik sekitar 10%-20%, termasuk perubahan penggunaan lahan (Todd et al., 2011), ternak juga berpotensi untuk menghasilkan GRK (Cassandro et al, 2013). Ternak diasumsikan memberikan respon mendekati 80% dari total emisi GRK dari sektor pertanian. Mihina (2012) menyatakan emisi gas CH4 ternak berasal dari fermentasi enterik rumen dan manajemen kotoran. Metan (CH4) adalah penghasil GRK terbesar dari fermentasi enterik selama proses pencernaan ternak ruminansia berjalan dengan normal (Alemu et al, 2011). Ternak sapi menyebabkan meningkatnya emisi sekitar 4,6 gigaton ekuivalen CO2, mewakili 65% sektor emisi. Rata-rata intensitas emisi adalah 2,8 kg ekuivalen CO2 per kg lemak dan protein susu 12 kg ekuivalen CO2 dan 46,2 kg kg ekuivalen CO2 per kg berat karkas sapi (Gerber, 2013).

Produksi Metana Dari Kotoran Ternak

Menurut (Chianese et al., 2009) Gas metana dihasilkan dari pupuk kotoran ternak dipengaruhi aktifitas bakteri secara degradasi anaerob (Chagunda et al., 2009; Borhan et al., 2011a). Banyak cara emisi dikendalikan oleh mikroorganisme, dan suhu optimal untuk setiap aktifitas mikroorganisme yang spesifik. Klevenhusen et al., (2011) dan Bell et al., (2011a) menyatakan bahwa methanogenesis sangat tergantung pada suhu dan lama penyimpanan, jenis makanan yang berkualitas rendah. Variasi dalam emisi CH4 dari kotoran yang disimpan pada suhu dingin selama 15 minggu tidak signifikan. Pada suhu penyimpanan yang rendah, produksi CH4 hampir dapat diabaikan (Klevenhusen et al., 2011). Tingkat emisi dan oksidasi CH4 tergantung pada kelembaban.

Methanogenesissangat berhubungan dengan bakteri yang menghasilkan metana dengan cara mereduksi CO2 dan H2. Bakteri jenis ini merupakan bakteri anaerob yang paling tidak toleran terhadap gas oksigen atau akan teracuni jika tidak ada oksigen.Contoh bakteri metanogen antara lain:a). *Methanomonas* dan b). *Methanobacterium*. Metanogen adalah jenis mikroorganisme yang menghasilkan metana sebagai produk sampingan dari metabolisme dalam kondisi oksigen yang sangat rendah.

Beberapa jenis metanogen, termasuk dari genus Methanopyrus, adalah extremophiles, organisme yang berkembang dalam kondisi yang paling tidak bisa bertahan pada konsisi, seperti mata air panas, ventilasi hidrotermal, tanah gurun yang panas, dan lingkungan bawah tanah yang dalam. Lainnya, seperti dari genus *Methanocaldococcus*, adalah *mesophiles*, berkembang terbaik di suhu sedang. *Methanobrevibacter smithii* adalah metanogen menonjol dalam usus manusia, di mana ia membantu mencerna polisakarida, atau gula kompleks.

Metanogen menggunakan sumber karbon, seperti karbon dioksida atau asetat, untuk mendorong metabolisme.Metanogen memiliki manfaat ekologis membuang kelebihan hidrogen dan karbon dari lingkungan anaerobik. Metanogen yang memetabolisme karbon dioksida diklasifikasikan sebagai *hydrogenotrophic*, sementara mereka yang memetabolisme asetat disebut *acetotrophic* atau *aceticlastic*.

Produksi metana dari kotoran ternak tergantung pada jenis limbah, suhu, dan lama penyimpanan, dan cara penanganan kotoran ternak. Emisi selama pengomposan kotoran tergantung pada faktor- faktor seperti tingkat aerasi, kadar air, isolasi termal, kondisi cuaca, dan komposisi kotoran. Selama fermentasi anaerob, limbah organik terdegradasi

secara biologis tanpa adanya oksigen mejadi CH4, CO2, N2, dan H2S. Degradasi secara anaerob tergantung tidak hanya pada kualitas dan kuantitas pakan tetapi juga pada semua faktor fermentasi enterik dan proses pencernaan ruminansia (Kolář et al., 2010). Fermentasi metanogenik dari bahan organik terjadi secara anaerobik dan redoks yang ketat di mana konsentrasi sulfat dan nitrat rendah. Metanogen menghasilkan metana dengan memecah bahan organik tanpa adanya oksigen (secara anaerob), melepaskan CO2 dan CH4. Produksi metana selama pengomposan terkait dengan kurangnya oksigen dalam biomassa yang membusuk (Saggar et al., 2004). Menurut Wulf et al. (2001) pencernaan anaerob dari kotoran ternak akan mengurangi emisi CH4 setelah aplikasi di lapangan, karena senyawa organik yang mudah terurai telah dikonversi menjadi CO2 dan CH4 selama pencernaan.

Emisi metana dari ruminansia menjadi fokus untuk diteliti,dengan potensi pemanasan global relatif 25 kali dibandingkan dengan CO2, CH_4 adalah salah satu GRK yang paling penting (Sejian et al., 2011). Berkurangnya emisi metana oleh ternak telah menjadi prioritas dan bagian integral dari pengendalian iklim (Martin et al., 2010). Peran utama ternak dalam emisi metana telah lama ditetapkan sebagai faktor yang mempengaruhi perubahan iklim (Chagunda et al., 2009; Mihina et al., 2012).

Dalam sistem produksi ruminansia sebagai contoh Sapi perah dan sapi potong menghasilkan jumlah GRK yang serupa, tetapi berdasarkan jumlah produksi daging sapi menyumbang 41% dari total emisi sektor peternakan sementara emisi dari jumlah produksi susu menjadi 20% dari total emisi sektor peternakan (Gerber et al., 2013a) . Emisi metana dari ternak penggembalaan merupakan sumber signifikan GRK pertanian, namun emisi ini sulit untuk dihitung karena sifat sumbernya yang jarang (Huarte et al., 2010; McGinn et al., 2011).

Emisi Ch4 Dari Kotoran Ternak

Kotoran ternak sering diidentifikasi sebagai sumber produksi CH4 yang signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh populasi mikroorganisme yang tepat, dan memiliki persediaan karbon substrat yang tersedia (Saggar et al., 2004). Tingkat emisi metana bervariasi tergantung pada jenis kotoran. Pengukuran yang dilakukan oleh Jarvis et al. (1995) pada kotoran sapi perah, sapi potong, anak sapi, dan sapi jantan yang diberi makan berbagai jenis pada waktu penggembalaan yang berbeda menunjukkan banyak variasi dalam tingkat emisi di antara jenis kotoran. Total emisi CH4 selama periode pengukuran 10 hari berkisar antara 300 dan 2040 mg/m^2. Williams (1993) juga mencatat bahwa tingkat

emisi CH4 dengan kotoran dari jenis ternak yang sejenis sangat bervariasi, dan hal ini mencerminkan variasi dalam jumlah mikroorganisme kotoran yang bertanggung jawab untuk produksi CH4. Williams (1993) mengukur emisi metana dari endapan kotoran sapi segar dan menemukan bahwa emisinya rendah tetapi sangat bervariasi, dan endapan kotoran cepat kering di iklim panas. Rahman et al. (2013) melaporkan tingkat emisi CH4 dari permukaan kandang sapi potong 38 g per hari.

Emisi metana dari kotoran ternak dipengaruhi oleh cara penyimpanan (Saggar et al., 2004). Penulis yang sama menyimpulkan bahwa emisi CH4 dari kotoran akan sangat berkurang jika ternak dibiarkan menghabiskan sebagian besar waktu di padang rumput selama musim penggembalaan. Emisi tertinggi yang diukur di lapangan hanya 11% dari emisi yang dihasilkan dari kotoran padat, atau 4% dari yang berasal dari kotoran cair. Menurut (González-Avalos dan Ruiz-Suarez, 2001) Faktor emisi metana dari kotoran sapi yang diproduksi di bawah iklim yang beragam (dingin, sedang, dan hangat), sistem (intensif, semi intensif, dan ektensif) dan fungsi produksi ternak (susu, non-susu, dan tujuan ganda) hasil menunjukkan bahwa faktor dominan dalam emisi CH4 adalah rasio ransum, diikuti oleh suhu fermentasi dan kadar air kotoran.

Metana juga dihasilkan ketika kotoran disimpan dalam kondisi anaerob dan hangat (Cassandro et al., 2013). Sebagian besar emisi CH4 dari pupuk kandang diproduksi di bawah kondisi anaerob selama penyimpanan. Kotoran menghasilkan lebih sedikit CH4 ketika ditangani dalam bentuk padatan (misalnya ditumpukan) atau ketika disimpan di padang rumput. Oleh karena itu, peluang untuk mengurangi emisi CH4 terfokus pada pencegahan kondisi anaerob selama penyimpanan atau menangkap dan mengubah CH4 yang dihasilkan, jika ada kondisi anaerob (Montes et al., 2013). Data dirangkum oleh Chianese et al. (2009) menunjukkan rata-rata emisi CH4 dari kotoran cair tertutup, kotoran cair yang tidak tertutup, dan pupuk kandang yang ditumpuk sekitar 6,5, 5,4, dan 2,3 kg/m^2/th.,meskipun bervariasi dengan suhu dan waktu penyimpanan. Emisi CH4 dari penyimpanan pupuk kandang rata-rata 4,5kg/m^2/th menjadi sekitar setengah dari kotoran yang ditumpuk.

Peningkatan produktivitas ternak yang didasarkan hanya pada pemenuhan bahan kering, akan memberikan keluaran metana yang tinggi, karena adanya hubungan linier yang kuat antara produksi gas metana dengan konsumsi bahan kering (Shibata et al. 1993). Hubungan yang positif antara konsumsi bahan kering pakan dengan produksi gas metana ini memberikan pilihan bahwa penurunan produksi metana dapat dilakukan dengan pengurangan konsumsi bahan kering. Akan tetapi, untuk tetap memberikan kesempatan

pada ternak berproduksi secara baik, maka penurunan konsumsi bahan kering harus diimbangi dengan peningkatan nilai nutrisinya.

Produksi metana pada sapi potong telah diukur dengan metode *facemask* (Kawashima et al. 2001), yang terhubung ke *methane analyzer* (VIA-510, Horiba Ltd., Jepang) untukmenentukan konsentrasi metana, sedangkan volume udara total diukur dengan *airflow meter* (STEC SEF-6470, Horiba Ltd, Jepang). Data aliran udara dan konsentrasi metana dicatat terus menerus di PC IBM yang terhubung. Pengukuran gas metana dilakukan selama 10 menit setiap 3 jam interval selama dua hari (2 × 24 jam).

Tekonologi untuk menurunkan gas CH4 yang berasal dari fermentasi enterik rumen telah banyak dilakukan antara lain dengan manajemen pemberian pakan. Bahan pakan yang diberikan pada ternak dapat mempengaruhi produksi gas CH4 dan manupulasi rumen serta kualitas feses yang dihasilkan akan mempengaruhi gas CH4 feses/kotoran ternak.

Dalam upaya mengurangi emisi gas CH4 dari ternak maka perlu suatu strategi pemberian pakan dan strategi mitigasi gas CH4 melalui pengelolaan kotoran ternak. Menurut Suryahadi et al., (2002) semakin tinggi jumlah pemberian pakan berkualitas rendah maka semakin tinggi produksi gas CH4. Mitigasi dilakukan untuk memperoleh level emisi tertentu melalui pengembangan pemberian pakan ternak/pakan tambahan berupa konsentrat.

Emisi metana dari fermentasi enterik ternak ruminansia adalah sumber utama emisi gas rumah kaca (GRK) dan menjadi faktor utama untuk pemanasan global. Emisi metana juga terkait dengan hilangnya energi makanan; karena dapat mengurangi efisiensi pakan. Emisi metan berdampak negatif terhadap lingkungan, oleh karena itu mitigasi metana menjadi menarik dalam beberapa dekade terakhir (Haque, 2018).

Metan (Ch4) Dari Fermentasi Enterik

Pengukuran emisi gas CH4 dari fermentasi enterik sangat berkaitan dengan konsentrasi GRK dan perubahan iklim yang berhubungan dengan sistem pertanian (Bell et al., 2019). Gas CH4 enterik adalah suatu produk sampingan dari pencernaan ruminansia yang dihasilkan oleh mikroorganisme methanogenik *Archaea* melalui proses fermentasi atau methanogenesis. Tingkat fermentasi dipengaruhi oleh mengunyah, saliva dan kinetik digestasi (Wilson dan Kennedy, 1996); (Varga dan Kolver, 1997). Ternak sapi menghasilkan gas CH4 sekitar 7 dan 9 kali lebih banyak daripada domba dan kambing.

Gas CH4 enterik dihasilkan dari rumen sekitar (87% - 90%) dan usus besar sekitar (13% - 10%) (Murray et al., 1999; Dini et al., 2012). Ternak ruminansia melepaskan gas CH4 ke atmosfer melalui mulut dan lubang hidung [23]. Gas CH4 yang dihasilkan oleh fermentasi enterik yang berada di usus depan sekitar 95% diekskresikan melalui eruktasi, sedangkan yang dihasilkan dari usus belakang sekitar 89% diekskresikan melalui nafas dan hanya 11% melalui anus (Murray et al., 1999). Konsentrasi gas CH4 akan merupakan campuran total CH4 dari napas, bersendawa dan kentut (Madsen et al, 2010).

Rumus perhitungan emisi gas rumah kaca melalui metode Tier-1 (IPCC 2006)

Untuk menghitung emisi gas CH4 yang berasal dari proses fermentasi pakan di dalam rumen (fermentasi enterik) digunakan rumus yang dikeluarkan dalam buku panduan IPCC (2006), yaitu:

Emisi CH4 fermentasi enterik:

Emisi gas CH4 enterik (CO2-e ton/ekor) = populasi ternak (ekor) × FEe (kg/ek) × 21/1000

Emisi CH4 dari pengelolaan kotoran:

Emisi gas CH4 kotoran (CO2-e ton/ekor) = populasi ternak (ekor) × FEm (kg/ek) × 21/1000

Emisi N2O dari pengelolaan kotoran:

N2O (CO2-e ton/tahun) = populasi × (0,05 × FEn)/(1000/BB) × 365 × 44/28 × 293/1000

Keterangan :

Fee	=	Faktor emisi dari enterik (kg CH4/ekor/hari)
Fem	=	Faktor emisi dari kotoran ternak (kg CH4/ekor/hari)
21/1000	=	konversi untuk CH4 ke CO2 dan dari kg ke ton
Fen	=	Faktor emisi N2O dari kotoran ternak (kg N2O/kg kotoran /hari)
293/1000	=	konversi untuk N2O ke CO2 dan dari kg ke ton
44/28	=	Konversi dari N2O-N menjadi N2O
0,05	=	Rataan ekresi N (kg N/ekor/tahun)

Faktor emisi (FE) untuk enterik dan pengelolaan kotoran

Dalam penghitungan emisi GRK dapat menggunakan metode Tier-1 dan Tier-2 (IPCC,2006), telah ditetapkan oleh IPCC besarnya default faktor untuk FE setiap jenis ternak. Untuk wilayah Indonesia digunakan default faktor FE untuk region Asia. Nilai FE untuk gas CH4 dari enterik dan kotoran ternak disajikan pada Tabel 3

Emisi Gas CH_4 Dan N_2O

Target penurunan GRK dari sektor pertanian sebesar 0,008 giga ton pada tahun 2020. GRK terdiri dari gas CO_2 dan CH_4 yang dihasilkan secara alami oleh makhluk

hidup, baik ternak maupun tumbuhan (Rusbiantoro, 2008). Sektor pertanian menyumbang 10-12% dari total GRK antrapogenik, yang terdiri dari CH_4 dan N_2O, sedangkan sektor peternakan menyumbang sekitar 18-51% GRK antrapogenik, yang sebagian besar terdiri dari gas CH_4 (Goodland dan Anhang, 2009). Peningkatan GRK ada hubungannya dengan populasi ternak, jenis ternak, perkandangan, jenis pakan ternak, pengelolaan kotoran, dan perilaku peternak dalam budidaya ternak. Populasi sapi pedaging di Provinsi Jambi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Faktor emisi (FE) gas CH4dari fermentasi enterik dan pengeloaan kotoran ternak

Ternak	Proses pencernaan (kg/ekor/tahun)	Pengelolaan kotoran(kg/ekor/tahun)
Sapi potong	47	1,00
Sapi perah	61	31,00
Kerbau	55	2,00
Kambing	5	0,22
Domba	1	0,20
Babi	18	7,00
Kuda		2,19
Ayam buras		0,02
Ayam ras petelur		0,02
Ayam ras pedaging		0,02
Itik		0,02

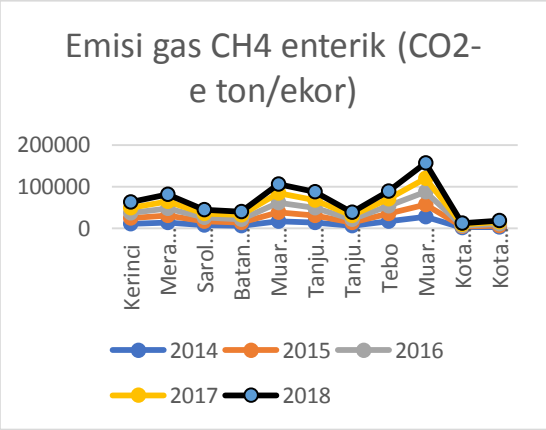
Sumber: IPCC (2006)

Tabel 4. Populasi Sapi Pedaging di Provinsi Jambi Tahun 2014-2018 (ekor)

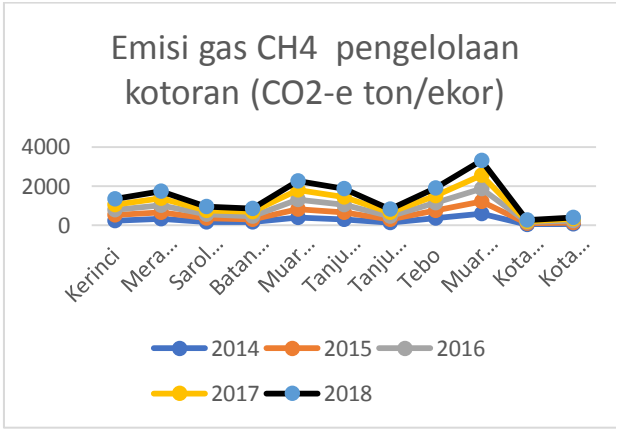
Kabupaten/Kota	Tahun (ekor)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Kerinci	12125	12700	13039	13034	13244
Merangin	15431	16961	16794	16703	17136
Sarolangun	8772	8991	9225	9419	9562
Batang Hari	7563	7631	7536	10946	7536
Muara Jambi	18496	21367	22412	23887	21786
Tanjung Jabung Timur	14506	16961	18517	19543	20480
Tanjung Jabung Barat	7044	7193	8306	8521	8672
Tebo	18001	18505	18690	17179	18276
Muara Bungo	28553	29712	31129	33457	35984
Kota Jambi	2619	2095	2957	2891	2314
Kota Sungai Penuh	3527	3644	4614	3966	4198
JUMLAH	136637	145760	153219	159546	159188

Keterangan * CBS, 2019

Sistem pemeliharaan ternak sapi pedaging di Provinsi Jambi umumnya dilakukan secara intensif dan semi intensif, rata-rata pemilikan ternak sekitar 4-8 ekor/peternak. Jenis pakan sapi umumnya diberi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), kolonjono (*Brachiaria sp*), kumpai (*Hymnenachne amplixicualis*) dan rumput lapang. Budidaya ternak sapi umumnya sebagai usaha sambilan untuk penggemukan dan sebagai tabungan. Kotoran ternak sapi dalam bentuk feses dan urin umumnya dikumpulkan dibelakang kandang, dan disebarkan di sekitar tanaman rumput, dan ada juga yang dijadikan biogas. Kemudian urin sapi umumnya masih banyak yang belum diolah menjadi biourin untuk pupuk tanaman ataupun untuk dijual. Emisi gas CH_4 di Provinsi Jambi dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Emisi gas CH4 enterik (CO2-e ton/ekor)



Gambar 2. Emisi gas CH4 pengelolaan kotoran (CO2-e ton/ekor)

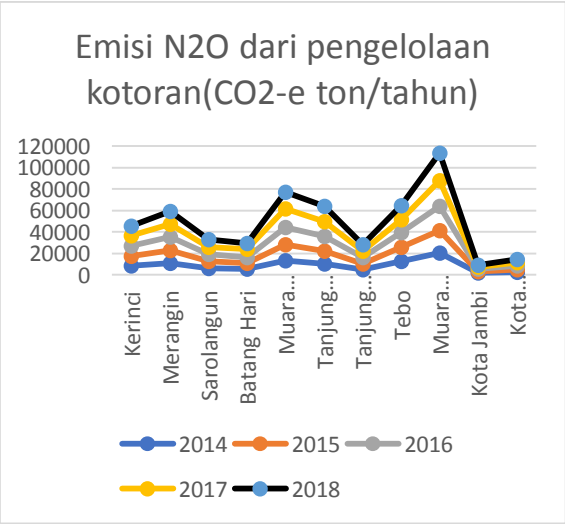
Emisi gas rumah kaca yang ada di Provinsi Jambi dalam bentuk CH_4 dari fermentasi enterik terus meningkat dari tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 masing-masing 134860,72 (CO2-e ton/ekor); 143865,12 (CO2-e ton/ekor); 151227,15 (CO2-e ton/ekor); 157471,90 (CO2-e ton/ekor) dan 157118,56 (CO2-e ton/ekor). Sedangkan untuk tingkat kabupaten maka emisi CH_4 enterik tertinggi terdapat di Kabupaten Muara Bungo sebesar 156770,15 (CO2-e ton/ekor) dan terendah di Kota Jambi 12708,61 (CO2-e ton/ekor), hal ini ada hubungannya dengan jumlah populasi sapi pedaging terbesar terdapat di Kabupaten Muara Bungo dan paling sedikit ada di Kota Jambi.

Emisi CH_4 dari pengelolaan kotoran ternak memiliki pola yang sama dengan CH_4 dari fermentasi enterik, dari tahun 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018 masing-masing 2869,38 (CO2-e ton/ekor); 3060,96 (CO2-e ton/ekor); 3217,60 (CO2-e ton/ekor); 3350,47 (CO2-e ton/ekor) dan 3342,95 (CO2-e ton/ekor). Sedangkan kabupaten yang terbesar menghasilkan emisi CH_4dari pengelolaan kotoran ternak yaitu Kabupaten Muara Bungo

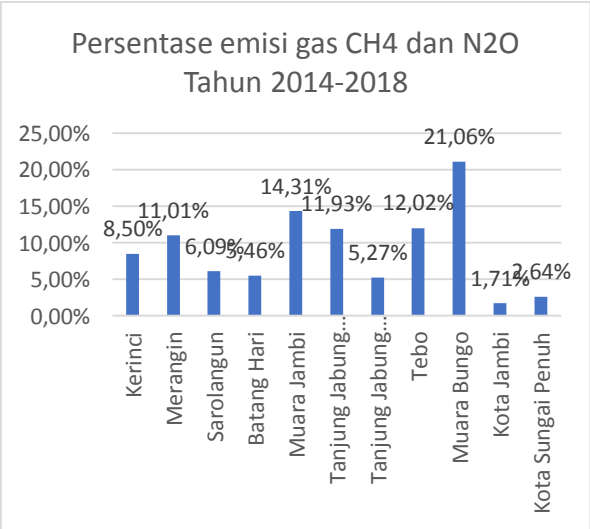
sebesar 3335,54 (CO2-e ton/ekor) dan terendah di Kota Jambi 270,40 (CO2-e ton/ekor). Hal ini selain disebabkan oleh populasi sapi yang banyak terdapat di Kabupaten Muara Bungo, maka sistem pengelolaan kotoran sapi masih belum dimanfaatkan untuk pembuatan biogas dan kompos. Kotoran sapi masih disebarkan di sekitar kandang dan di bawah tanaman

Emisi N_2O dari pengelolaan kotoran sapi pedaging gambar 3 dari tahun 2014 sampai tahun 2018 juga menunjukkan pola yang sama ternak Emisi CH_4, pada tahun 2014 emisi N_2O sebesar 97591,59 CO2-e ton/tahun), tahun 2015 (104107,60 CO2-e ton/ tahun; tahun 2016 (109435,11 CO2-e ton/ tahun); tahun 2017 (113954,11 CO2-e ton/ tahun); dan tahun 2018 (113698,41 CO2-e ton/ tahun). emisi N_2O tertinggi terdapat di Kabupaten Muara Bungo sebesar 113446,28 (CO2-e ton/ tahun) dan terendah di Kota Jambi 9196,55 (CO2-e ton/ tahun). Sedangkan persentase emisi CH_4 dan N_2O pada gambar 4 dari tahun 2014 sampai tahun 2018 tertinggi di Kabupaten Muara Bungo 21,06% dan terendah di Kota Jambi 1,71%. Beban emisi GRK sangat tergantung pada banyaknya populasi ternak sapi, adanya hubungan yang linier antara jumlah populasi dengan emisi CH_4 dan N_2O, jenis pakan yang dikonsumsi, pengelolaan kotoran dan kesadaran peternak untuk menjaga lingkungan.

Emisi gas N2O di Indonesia cenderung naik dengan sumber yang paling besar adalah berasal dari pertanian dan peternakan. Gas N2O dihasilkan hanya dari proses dekomposisi kotoran ternak, baik dari ruminansia maupun non-ruminansia. Chadwick et al. (2011) menyatakan bahwa limbah peternakan berupa feses yang diolah, feses yang ditumpuk dan feses yang disebarkan di lahan menghasilkan gas rumah kaca.



Gambar 3. Emisi gas N_2O pengelolaan kotoran (CO2-e ton/tahun)



Gambar 4. Persentase emisi gas CH_4 dan emisi gas N_2O di Provinsi Jambi

DAFTAR PUSTAKA

Alemu, A.W., Ominski, K.H. and Kebreab, E. (2011) Estimation of Enteric Methane Emissions Trends (1990-2008) from Manitoba Beef Cattle Using Empirical and Mechanistic Models. Canadian Journal of Animal Science, 91, 305-321. http://dx.doi.org/10.4141/cjas2010-009

Bell, M.J., Wall, E., Russell, G., Morgan, C. and Simm, G. (2010) Effect of Breeding for Milk Yield, Diet and Man- agement on Enteric METHANE emissions from Dairy Cows. Animal Production Science, 50, 817-826. http://dx.doi.org/10.1071/AN10038

Borhan, M. S. – Capareda, S. C. – Mukhtar, S. – Faulkner, W. B. – Mcgee, R. – Parnell, C. B. Jr. 2011a. Greenhouse Gas Emissions from Ground Level Area Sources in Dairy and Cattle Feedyard Operations. *Atmosphere*, vol. 2, 2011, p. 303–329.

Cassandro, M., Mele, M. and Stefanon, B. (2013) Genetic Aspects of Enteric Methane Emission in Livestock Rumi- nants. Italian Journal of Animal Science, 12, 450-458.

Central Bodyof Statistics. 2019. Jambi Province in Figures. Jambi Province Government.

Chadwick, D. R. – Pain, B. F. – Brookman, S. K. E. (2000). Nitrous oxide and methane emissions following application of animal manures to grassland. *Journal of Environmental Quality*, vol. 29, 2000,p. 277–287.

Chagunda, M.G.G., Römer, D.A.M. and Roberts, D.J. (2009) Effect of Genotype and Feeding Regime on Enteric Methane, Non-Milk Nitrogen and Performance of Dairy Cows during the Winter Feeding Period. Livestock Science, 122, 323-332. http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.020.

Chianese, D.S., Rotz, C.A. and Richard, T.L. (2009a) Whole Farm Greenhouse Gas Emissions: A Review with Appli- cation to a Pennsylvania Dairy Farm. Applied Engineering in Agriculture, 25, 431-442. http://dx.doi.org/10.13031/2013.26895

Chianese, D.S., Rotz, C.A. and Richard, T.L. (2009) Simulation of Methane Emissions from Dairy Farms to Assess Greenhouse Gas Reduction Strategies. Transactions of the ASABE, 52, 1313-1323. http://dx.doi.org/10.13031/2013.27781

Cottle, D. J. – Nolan, J. V. – Wiedemann, S. G. (2011). Ruminant enteric methane mitigation: a review. *Animal Production Science*, vol. 51, 2011, p. 491–514.

Dini, Y., Gere, J., Briano, C., Manetti, M., Juliarena, P., Picasso, V., (2012) Methane Emission and Milk Produc- tion of Dairy Cows Grazing Pastures Rich in Legumes or Rich in Grasses in Uruguay. Animals, 2, 288-300. http://dx.doi.org/10.3390/ani2020288

Dourmad J.Y, Rigolot C, van der Werf H. (2008). Emission of greenhouse gas, developing management and animal farming systems to assist mitigation. In: Livestock and Global Climate Change: British Society of Animal Science. Hammamet, Tunisia, 17-20 May 2008. Cambridge (UK): Cambridge University Press. p. 36-39.

Gerber, P. J. – Hristov, A. N. – Henderson, B.– Makkar, H. – Oh, J. – Lee, C. – Meinen, R.– Montes, F. – Ott, T. – Firkins, J. – Rotz, A.– Dell, C. – Adesogan, A. T. – Yang, W. Z. – Tricarico, J. M. – Kebreab, E. – Waghorn, G. – Dijkstra, J. – Oosting, S. (2013).Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal*, vol. 7, p. 220–234. 2013.http://dx.doi.org/10.1017/S1751731113000876.

Gerber, P.J, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, Falcucci A, Tempio G. (2013). Tackling climate change through livestock a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); 2013

González-Avalos, E. – Ruiz-Suárez, L. G. (2001). Methane emission factors from cattle manure in México. *Bioresource Technology*, vol. 80, 2001, p. 63–71.

Goodland, R., Anhang, J. (2009).Livestock and Climate Change: What If The Key Actor In Climate Change are Cows, Pigs, and Chickens? Word Watch Institute pp 10-19.

Gustiar. F., R.A. Suwignyo., Suheryanto dan Munandar. (2014). Reduksi gas metan (CH4) dengan meningkatkan komposisi konsentra dalam pakan ternak. Jurnal Peternakan Sriwijaya, Vol 3, No 1, Juni 2014 pp.14-24.

Haque, N. (2018) 'Dietary manipulation : a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants'. Journal of Animal Science and Technology, pp. 1–10.

Harianto , B dan A. Thalib. 2009. Emisi metan dan fermentasi enterik: kontribusinya secara nasional dan faktor-faktor yang mempengaruhi pada ternak. Balai Penelitian Ternak.

Hristov, A. N. – Ott, T. – Tricarico, J.– Rotz, A. – Waghorn, G. – Adesogan, A. – Dijkstra, J. – Montes, F. – Oh, J. – Kebreab, E. – Oosting, S. J. – Gerber, P. J. – Henderson, B. – Makkar, H. P. S. – Firkins, J. L. (2013). Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: III. A review of animal management mitigation options. *Journal ofAnimal Science*, vol. 91, 2013, p. 5095–5113.

Huarte, A. – Cifuentes, V. – Gratton, R.– Clausse, A. (2010). Correlation of methane emissions with cattle population in Argentine Pampas. *Atmospheric Environment*, vol. 44, 2010, p. 2780–2786.

Hristov, A. N. – Ott, T. – Tricarico, J.– Rotz, A. – Waghorn, G. – Adesogan, A. – Dijkstra, J. – Montes, F. – Oh, J. – Kebreab, E. – Oosting, S. J. – Gerber, P. J. – Henderson, B. – Makkar, H. P. S. – Firkins, J. L. (2013). Mitigation of methane

and nitrous oxide emissions from animal operations: III. A review of animal management mitigation options. *Journal ofAnimal Science*, vol. 91, 2013, p. 5095–5113.

IPCC. (1994). Greenhouse Gas Inventory Workbook: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2, UNEP-WMO.

IPCC. (2006). Emission from livestock and manure management. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Chapter 10. p. 72-82.

IPCC, Climate Change. (2007). In: Mertz B, Davidson OR, Bosch PR, et al., editors. Mitigation. Contribution of working group iii to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge; 2007

Jarvis, S. C. – Lovell, R. D. – Panayides, R. (1995). Patterns of methane emissions from excreta of grazing cattle. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 27, 1995, p. 1581–1588.

Jiao, H. P. – Dale, A. J. – Carson, A. F. – Murray, S. – Gordon, A. W. – Ferris, C. P. (2014). Effect of concentrate feed level on methane emissions from grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 97, 2014, p. 7043–7053..

Kawashima,T., Sumamal,W., Terada, F., Shibata,M.(2001). Respiration trial system using ventilated flow-through method with facemask. JIRCAS Journal. 9:53-74.

Klevenhusen, F., Kreuzer, M. and Soliva, C.R. (2011) Enteric and Manure-Derived Methane and Nitrogen Emissions as Well as Metabolic Energy Losses in Cows Fed Balanced Diets Based on Maize, Barley or Grass Hay. Animal, 5, 450-461. http://dx.doi.org/10.1017/S1751731110001795

Knapp, J.R., Laur, G.L., Vadas, P.A., Weiss, W.P. and Tricarico, J.M. (2014) Enteric Methane in Dairy Cattle Produc- tion: Quantifying the Opportunities and Impact of Reducing Emissions. Journal of Dairy Science, 97, 3231-3261. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7234

Kolář, L. – Frelich, J. – Brouček, J. – Kužel, S. – Borová, J. – Peterka, J. – Šlachta, M. – Volfová, K. – Pezlarová, J. – Hřebečková, J. – Čechová, V. (2010). Anaerobic degradability of organic matter of cattle faeces and a possibility of its utilization. *Czech Journalof Animal Science*, vol. 55, 2010, p. 538–547.

Madsen, J., Bjerg, B.S., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R. and Lund, P. (2010) Methane and Carbon Dioxide Ration in Excreted Air for Quantification of the Methane Production from Ruminants. Livestock Science, 129, 223-227. http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.01.001.

Martin, C. – Morgavi, D. P. – Doreau, M. (2010). Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, vol. 4, 2010, p. 351-365.

Mcginn, S. M. – Turner, D. – Tomkins, N. – Charmley, E. – Bishop-Hurley, G. – Chen, D. (2011). Methane emissions from grazing cattle using point-source dispersion. *Journal ofEnvironmental Quality*, vol. 40, 2011, p. 22–27.

Mihina, S., Kazimirova, V. and Copland, T.A. (2012) Technology for Farm Animal Husbandry. 1st Issue, Slovak Agricultural University, Nitra, 99 p

Ministry of Environment. Guidelines for Inventory of National Greenhouse Gases Book II Volume 3: Methodology for Calculating the Level of Emission Spread and Absorption of Greenhouse Gases, Agriculture, Forestry and Other Land Use. Jakarta. 2012

Montes, F. – Meinen, R. – Dell, C. – Rotz, A.– Hristov, A. N. – Oh, J. – Waghorn, G. – Gerber, P. J. – Henderson, B. – Makkar, H. P. S. – Dijkstra, J. (2013). Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations:A review of manure management mitigation options. *Journal of Animal Science*, vol. 91, 2013, p. 5070–5094.

Moss, A.R., Jouany, J. and Newbold, J. (2000) Methane Production by Ruminants: Its Contribution to Global Warming. Annales De Zootechnie, 49, 231-253. http://dx.doi.org/10.1051/animres:2000119

Murray, P.J., Moss, A., Lockyer, D.R. and Jarvis, S.C. (1999) A Comparison of Systems for Measuring Methane Emissions from Sheep. Journal of Agricultural Science, 133, 439-444. http://dx.doi.org/10.1017/S0021859699007182

Pedreira, S. M. – Primavesi, O. – Lima, M. A. – Frighetto, R. – Oliveira, S. G. – Berchielli, T. T. (2009).Ruminal methane emission by dairy cattle in southeast Brazil. *Scientific Agriculture (Piracicaba,Braz.)*, vol. 66, 2009, p. 742–750.

Pramono, A.(2016). Potensi penurunan emisi gas rumah kaca pada pengelolaan kotoran hewan sapi melalui penambahan pakan tambahan. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. DOI:10.30598/jhppk. 2016.1.2.111. ISSN Online: 2621-8798, Hal 111-116.

Rahman, S. – Borhan, S. – Swanson, K. (2013). Greenhouse gas emissions from beef cattle pen surfaces in North Dakota. *EnvironmentalTechnology*, vol. 34, 2013, p. 1239–1246.

Ramin, M. and Huhtanen, P. (2013) Development of Equations for Predicting Methane Emissions from Ruminants. Journal of Dairy Science, 96, 2476-2493. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6095

Rusbiantoro, D. Global Warning for Beginer. O2 Publisher Penembahan Yogyakarta. 2008.

Saggar, S. – Bolan, N. S. – Bhandral, R.– Hedley, C. B. – Luo, J. 2004. A review of emissions of methane, ammonia and nitrous oxide from animal excreta deposition

and farm effluent application in grazed pastures. *New ZealandJournal of Agricultural Research*, vol. 47, 2004,p. 513–544.

Sejian, V. – Lal, R. – Lakritz, J. – Ezeji, T. (2011). Measurement and prediction of enteric methane emission. *International Journal of Biometeorology*, vol. 55, 2011, p. 1–16.

Shibata, M. and Terada, T. (2010) Factors Affecting Methane Production and Mitigation in Ruminants. Animal Science Journal, 81, 2-10. http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-0929.2009.00687.x

Steinfeld, H. – Wassenaar, T. (2007). The role of livestock production in carbon and nitrogen cycles. *Annual Review of Environment and Resources*,vol. 32, 2007, p. 271–294.

Suryahadi AR., Nugraha AB., dan R. Boer. (2002). Laju konversi metan dan faktor emisi metan pada kerbau yang diberi ragi tape lokal yang berbeda kadarnya yang mengandung *Saccharamyces cerevisiae*. Ringkasan Seminar Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Syarifuddin H dan A. Rahman Sy. (2019). Inventarisasi Emis Gas Rumah Kaca (CH4 dan N2O) Dari Sektor Peternakan Sapi Dengan Metode Tier-1 IPCC Di Kabupaten Muaro Jambi. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu PeternakanVol 22. No 2 Edisi Nopember 2019. ISSN:1410-7791. Hal 74-84.

Thornton PK, Van de Steeg J, Notenbaert A, Herrero M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. Agric Syst. 101:113-127.

Todd, R.W., Cole, N.A., Casey, K.D., Hagevoort, R. and Auvermann, B.W. (2011) Methane Emissions from Southern High Plains Dairy Wastewater Lagoons in the Summer. Animal Feed Science and Technology, 166-167, 575-580. http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.040

UnitedNations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2006). Greenhouse Gas Inventory Data. Bonn (Germany). unfcc.int/2860.php.

Varga, G.A. and Kolver, E.S. (1997) Microbial and Animal Limitations to Fiber Digestion and Utilization. Journal of Nutrition, 127, 819-823

Vlaming,J.B. (2008). Quantifying Variation in Estimated Methane Emission from Ruminants Using the SF6 Tracer Technique. A Thesis of Doctor of Phylosophy in Animal Science. Massey University, Palmerston North, New Zealand.

Widiawati Y. (2013). Current and future mitigaion activities on methane emission from ruminant in Indonesia. In: Tiesnamurti B, Ginting SP, Las I, Apriastuti D, editors. Data Inventory and Mitigation on Carbon Emission and Nitrogen Recycling from Livestock in Indonesia. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. p. 33-44.

Williams, D. J. (1993). Methane emissions from manure of free-range dairy cows. *Chemosphere*, vol. 26, 1993, p. 179–187

Wilson, J.R. and Kennedy, P.M. (1996) Plant and Animal Constraints to Voluntary Feed Intake Associated with Fibre Characteristics and Particle Breakdown and Passage in Ruminants. Australian Journal of Agricultural Research, 47, 199-225. http://dx.doi.org/10.1071/AR9960199.

Wulf, S. – Maeting, M. – Bergmann, S. – Clemens, J. (2001). Simultaneous measurement of NH_3, N_2O and CH_4 to assess efficiency of trace gas emission abatement after slurry application. *Phyton*, vol. 41, 2001, p. 131–142.

9 786025 094668