

SISTEM INTEGRASI TANAMAN PANGAN DAN TERNAK SAPI MENUJU SISTEM PERTANIAN BIOINDUSTRI DI LAHAN SAWAH TADAH HUJAN

Tota Suhendrata

*Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah
Jl. Soekarno – Hatta KM 26 No. 10 Bergas Kabupaten Semarang*

E-mail: suhendrata@yahoo.co.id

ABSTRACT

Rainfed lowland is very feasible to consider in supporting food self-sufficiency, although in this agroecosystem there are many obstacles including erratic rainfall, low soil fertility and dense weeds. By relying on food crops (rice, maize and soybeans) which rotate when planting time and ownership/cultivation of rice fields are relatively narrow, causing productivity and income of farmers is still low. One agricultural system that can be developed is a system of integration of food crops and livestock (CLS). Existing of the CLS need to be refined and developed both in terms of technology and business management. The system of integration of food crops and cattle with zero waste (CLS-ZW) is a refinement of CLS and an alternative in an effort to increase the level of fertility and productivity of rainfed lowland. The purpose of this paper is to provide an overview of the benefits of implementing CLS-ZW. The implementation of the CLS-ZW model was carried out in Loh Jinawi III Livestock Farmers Group Boloh Village, Grobogan Regency in the period 2016-2018. In the application of SITT-BL the utilization of food crops was used as production inputs (feed) for cattle and cattle waste used as production input (organic fertilizer) of food crops. Thus there is a cycle or nutrient rotation from paddy fields to plants, crops to livestock and back to the fields efficiently. The implementation of the SITT-BL model, both technically, financially and socially is feasible to be developed in order to increase productivity, income and the development of bioindustrial agriculture systems at the farm level.

Keywords: *Integration, food crops, cattle, zero waste, bioindustry*

ABSTRAK

Lahan sawah tadah hujan sangat layak untuk dipertimbangkan dalam menunjang swasembada pangan, walaupun pada agroekosistem ini banyak dijumpai kendala antara lain curah hujan yang tidak menentu, kesuburan tanah rendah dan gulma yang padat. Dengan bertumpu pada tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) yang waktu tanamnya bergilir dan kepemilikan/penggarapan sawah yang relatif sempit menyebabkan produktivitas dan pendapatan petani masih rendah. Salah satu sistem pertanian yang dapat dikembangkan adalah sistem integrasi tanaman pangan dan ternak (SITT). SITT yang sudah ada perlu disempurnakan dan dikembangkan baik dari segi teknologi maupun manajemen usahanya. Sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi bebas limbah (SITT-BL) merupakan penyempurnaan dari SITT dan salah satu alternatif dalam upaya meningkatkan tingkat kesuburan dan produktivitas lahan sawah tadah hujan. Tujuan tulisan ini adalah memberikan gambaran manfaat penerapan SITT-BL. Implementasi model SITT-BL dilaksanakan di Kelompok Tani Ternak Loh Jinawi III Desa Boloh, Kecamatan Toroh, Kabupaten Grobogan pada periode 2016 – 2018. Pada penerapan SITT-BL terjadi pemanfaatan limbah tanaman pangan digunakan sebagai input produksi (pakan) ternak sapi dan limbah ternak sapi digunakan sebagai input produksi (pupuk organik) tanaman pangan. Dengan demikian terjadi siklus atau perputaran hara dari lahan sawah ke tanaman, tanaman ke ternak dan kembali lagi ke sawah secara efisien atau terjadi proses meminimalkan limbah, penggunaan energi dan input produksi dari luar, dan pengolahan limbah menjadi produk baru sehingga menjadi sistem pertanian terpadu yang ramah lingkungan. Penerapan model SITT-BL, baik secara teknis, finansial maupun sosial layak untuk dikembangkan dalam rangka peningkatan produktivitas, pendapatan dan pengembangan sistem pertanian bioindustri di tingkat petani..

Kata kunci: *Integrasi, tanaman pangan, sapi, bebas limbah, bioindustri*

PENDAHULUAN

Sektor pertanian selain mempunyai peran yang strategis dalam mendukung perekonomian nasional, juga merupakan sektor utama perekonomian daerah dan secara *inheren* memperkuat sistem ketahanan pangan, ketahanan energi, ketahanan ekonomi, budaya dan kelembagaan lokal, serta berperan penting dalam pelestarian lingkungan hidup (Kementan, 2014).

Memperhatikan peran strategis tersebut di atas dan multidimensi pertanian serta tantangan besar ke depan, maka paradigma “pembangunan berbasis pertanian (*agricultural led development*)” sudah tidak relevan lagi dan perlu direorientasikan dengan paradigma baru. Paradigma baru yang pertama adalah pertanian untuk pembangunan (*agricultural for development*) dan yang kedua adalah sistem pertanian bioindustri berkelanjutan. Paradigma kedua ini menuntut peran pertanian tidak hanya penghasil utama bahan pangan, tetapi menjadi penghasil biomassa bahan baku kilang biologi (*biorefinery*) untuk menghasilkan bahan pangan, pakan, pupuk, serat, energi, produk farmasi, kimiawi dan bioproduk lainnya. Pertanian bioindustri berkelanjutan mengarahkan agar lahan pertanian dipandang sebagai satu industri dengan seluruh faktor produksi untuk menghasilkan produk utama pangan (untuk ketahanan pangan), juga produk lainnya (produk turunan, produk sampingan, produk ikutan dan limbah) yang dikelola menjadi bioenergi untuk kepentingan industri serta mengarahkan pengelolaan menuju *zero-waste*. Pengelolaan *zero waste* dengan prinsip (1) Mengurangi input eksternal tanpa berdampak pada pengurangan, atau bahkan dapat meningkatkan produksi (*reduce*), (2) Menggunakan ulang sisa proses atau hasil ikutan produksi (*reuse*), dan (3) Mendaur ulang produk akhir, sisa dan atau bekas pakai produk akhir (*recycle*) (Kementan, 2014).

Menurut Hendriadi (2014) prinsip dasar pertanian bioindustri adalah (1) Pertanian tanpa limbah, (2) Pertanian tanpa impor energi, (3) Pertanian tanpa impor input produksi, (4) Pertanian pengolah biomassa dan limbah menjadi bioproduk baru bernilai tinggi, (5) Pertanian terpadu ramah lingkungan, dan (6) Pertanian sebagai kilang biologi (*biorefinery*) berbasis IPTEK maju penghasil pangan dan non pangan. Secara normatif, pengembangan pertanian bioindustri bertujuan untuk mengoptimalkan potensi sumberdaya pertanian guna mendapatkan nilai tambah dengan tetap memelihara kelestarian lingkungan sehingga menjamin terjadinya keberlanjutan.

Salah satu sistem pertanian bioindustri yang dapat dirintis dan dikembangkan adalah sistem pertanian terpadu atau sistem integrasi tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) dan ternak sapi potong. Salah satu contoh yang diimplementasikan di Desa Boloh, Kecamatan Toroh, Kabupaten Grobogan adalah model sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi potong bebas limbah di lahan sawah tadah hujan. Tanaman pangan dan ternak sapi potong merupakan komoditas utama dalam sistem ketahanan pangan nasional karena memiliki kontribusi yang besar dalam penyediaan pangan dan peningkatan kualitas sumberdaya manusia. Tidak berlebihan apabila padi, jagung, kedelai dan daging selalu menjadi komoditas pertanian yang sangat strategis baik secara ekonomi maupun sosial. Peningkatan produksi tanaman pangan kedepan akan semakin sulit mengingat banyak lahan sawah irigasi dikonversi untuk kegiatan non pertanian dan produktivitas sawah irigasi telah mengalami pelandaian. Alternatif kedepan untuk peningkatan produksi tanaman pangan akan mengarah kepada lahan submarginal seperti lahan sawah tadah hujan.

Pada implementasi sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi potong bebas limbah bersifat saling menguntungkan. Limbah tanaman pangan merupakan sumber pakan ternak sapi dan limbah ternak sapi merupakan sumber pupuk organik yang potensial bagi tanaman pangan. Pemanfaatan kotoran ternak sapi sebagai pupuk organik dapat menghemat pemakaian pupuk anorganik dan dapat memperbaiki unsur hara tanah yang semakin lama semakin menurun kualitasnya. Disamping itu, kotoran sapi juga dapat diuraikan menjadi biogas untuk menghasilkan energi yaitu gas dan listrik. Pasandaran *dalam* Bamualim dan Tiesnamurti (2009) menyatakan bahwa sistem integrasi tanaman dengan ternak sapi adalah suatu sistem pertanian yang dicirikan oleh keterkaitan yang sinergis antara komponen tanaman dan ternak. Hijauan tanaman dan limbah hasil tanaman menjadi salah satu sumber

pakan utama dan sebaliknya ternak menyediakan pupuk organik yang penting bagi pertumbuhan tanaman.

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa sistem integrasi tanaman dan ternak sapi mampu meningkatkan produktivitas tanaman maupun ternak yang pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan petani secara keseluruhan. Adnyana (2003) menunjukkan bahwa penerapan integrasi sapi dan padi di beberapa daerah di Jawa Tengah dan Jawa Timur terbukti mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik sebesar 25 - 35% dan meningkatkan produktivitas padi sebesar 20 - 29%. Bulu *et al.* (2004) melaporkan bahwa sistem integrasi di Provinsi NTB mampu meningkatkan pendapatan petani sebesar 8,4%, sedangkan di Bali meningkatkan pendapatan sebesar 41,4%. Dari segi biaya, usaha integrasi ini mampu menghemat biaya pembelian pupuk 8,8% terhadap total biaya, sedangkan usaha ternak yang dipadukan dengan usahatani padi mampu menghemat biaya tenaga kerja 5,26 - 6,38% terhadap total biaya.

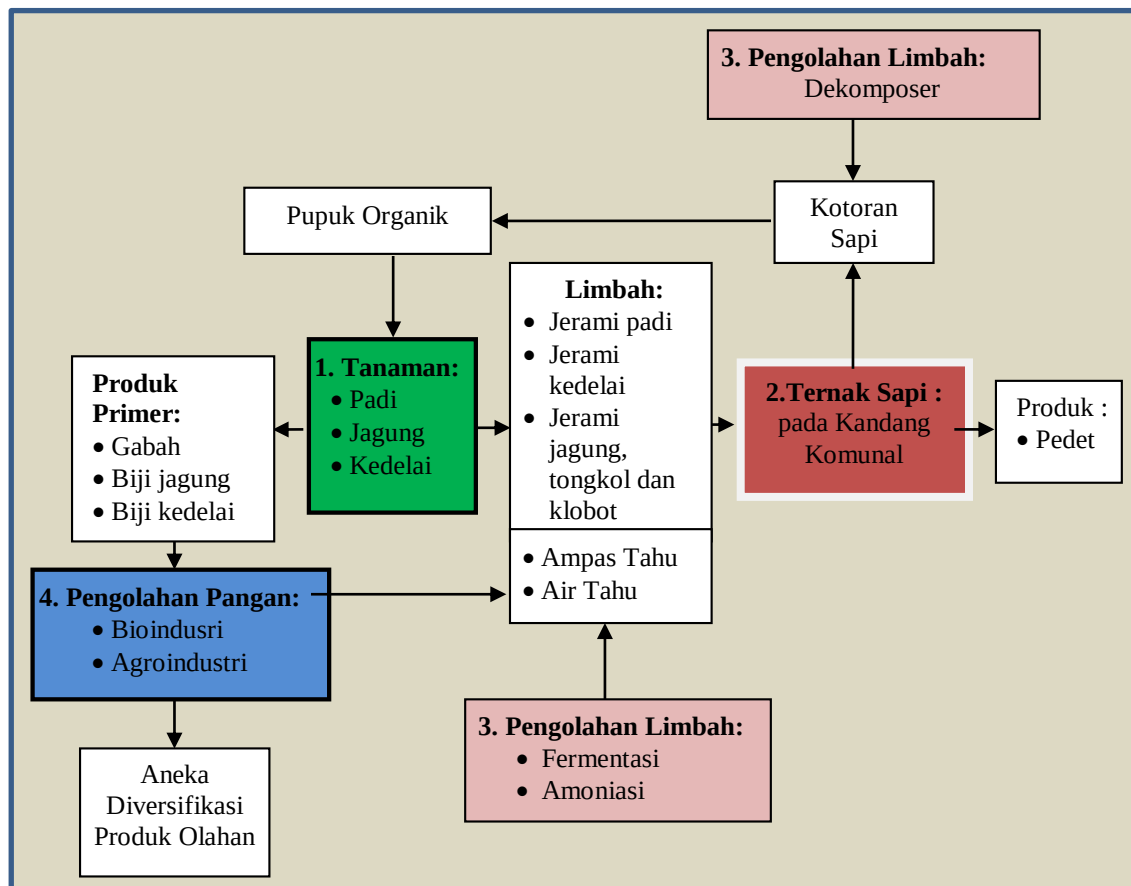
Tujuan tulisan ini adalah memberikan gambaran manfaat penerapan sistem integrasi tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) dan ternak sapi potong bebas limbah menuju sistem pertanian bioindustri di Desa Boloh, Kecamatan Toroh, Kabupaten Grobogan. Tulisan ini merupakan tinjauan atas pengkajian yang dilaksanakan pada periode 2016 – 2018.

MODEL SISTEM INTEGRASI TANAMAN PANGAN DAN TERNAK SAPI BEBAS LIMBAH MENUJU SISTEM PERTANIAN BIOINDUSTRI

Terdapat tiga komponen teknologi utama dalam sistem integrasi tanaman dan ternak sapi (SITT), yaitu teknologi budidaya tanaman pangan, teknologi budidaya perbibitan ternak sapi potong serta teknologi pengolahan limbah tanaman pangan dan ternak sapi potong. Sistem integrasi tanaman dan ternak sapi sebenarnya sudah sejak lama diterapkan atau dipraktekkan oleh para petani di Jawa Tengah. Para petani mengelola tanaman sekaligus memelihara sapi, baik untuk orientasi perbibitan maupun penggemukan sapi potong dalam skala kecil dan sederhana di samping rumah bahkan di dalam dapur rumahnya (Suhendrata, 2016). Sistem integrasi tanaman dan ternak sapi yang sudah ada perlu disempurnakan dan dikembangkan baik dari segi teknologi maupun manajemen usahanya. Sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi potong bebas limbah (SITT-BL) merupakan penyempurnaan dari SITT dan salah satu alternatif dalam upaya meningkatkan tingkat kesuburan dan produktivitas lahan sawah tadah hujan.

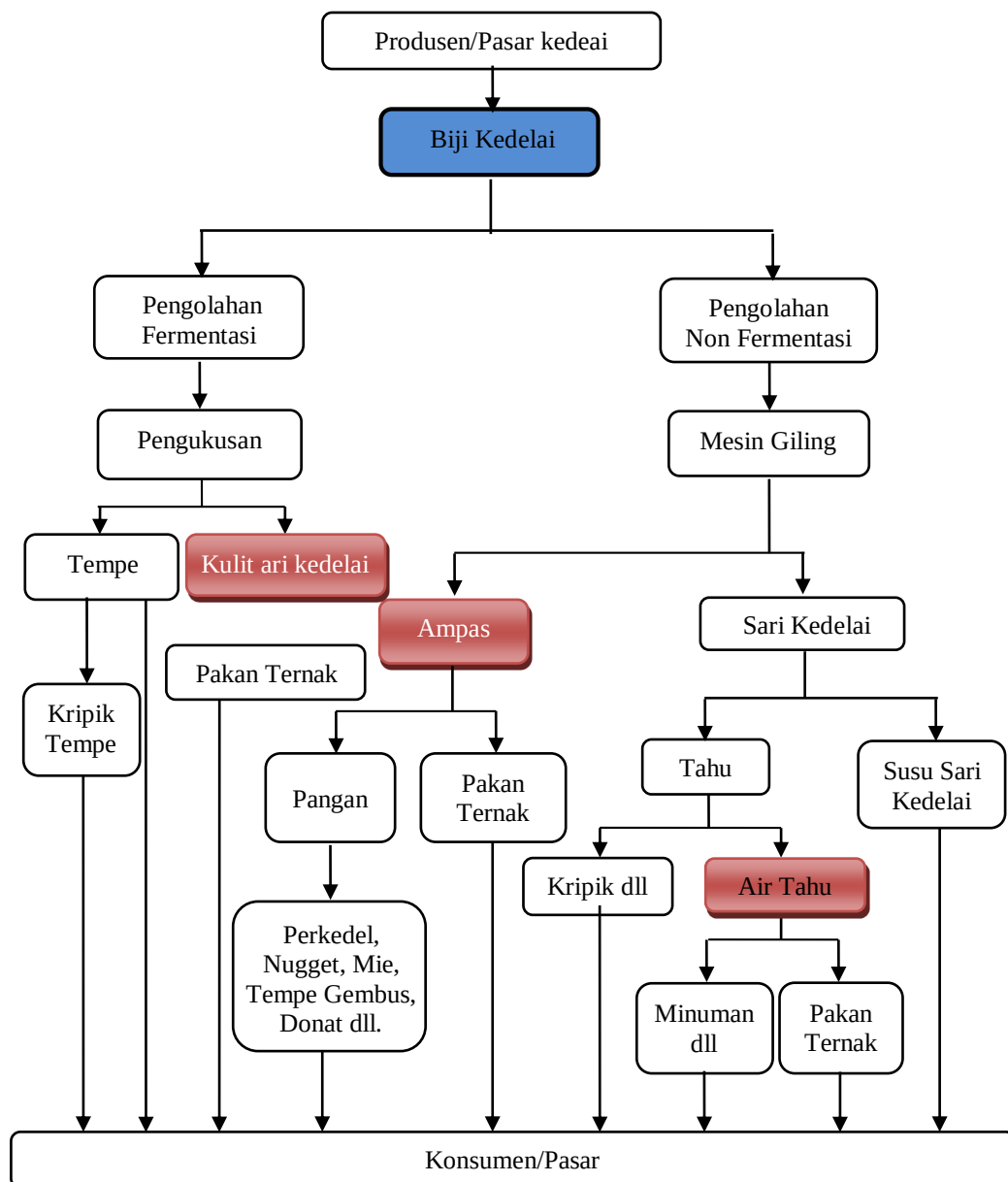
Pada SITT-BL menuju sistem pertanian bioindustri terdapat empat komponen utama yang dikembangkan yaitu (1) teknologi budidaya tanaman pangan, (2) teknologi budidaya perbibitan ternak sapi potong, (3) teknologi pengolahan limbah tanaman pangan dan ternak sapi potong dan (4) teknologi pengolahan pangan (bioindustri dan agroindustri) berbasis kedelai. Dalam proses produksi tanaman pangan selain menghasilkan gabah, biji jagung dan biji kedelai juga menghasilkan limbah, yaitu jerami padi, jerami jagung dan jerami kedelai, serta dalam pengolahan pangan berbasis kedelai (bioindustri dan agroindustri) menghasilkan limbah berupa ampas tahu, ampas kecap dan air tahu. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun melalui proses fermentasi untuk pakan ternak sapi. Sebaliknya ternak sapi menghasilkan kotoran dan urin, melalui proses dekomposisi atau fermentasi menjadi pupuk organik padat dan cair yang baik untuk memperbaiki kesehatan tanah dan sebagai pupuk organik tanaman pangan (Gambar 1).

Kedelai merupakan salah satu komoditas tanaman pangan sebagai sumber protein yang dapat diolah menjadi beberapa produk olahan seperti tahu, tempe, susu sari kedelai, kecap, tauco dan lain-lain. Produk olahan tersebut memiliki kandungan gizi dan pangan fungsional yang cukup tinggi sehingga apabila dikonsumsi dapat meningkatkan kesehatan tubuh.



Gambar 1. Rancang bangun sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi potong bebas limbah menuju sistem pertanian bioindustri di Desa Boloh Kabupaten Grobogan

Tahu dan tempe merupakan makanan yang selalu hadir hampir disetiap harinya baik itu merupakan lauk pendamping nasi maupun sebagai camilan, baik itu tanpa olahan maupun dengan dimodifikasi menjadi bentuk makanan lainnya seperti kripik tempe, dan kripik tahu. Selain itu tahu merupakan makanan andalan untuk perbaikan gizi karena mempunyai mutu protein nabati terbaik, yaitu mempunyai komposisi asam amino paling lengkap dan diyakini memiliki daya cerna yang tinggi sebesar 85%-98%. Dalam proses pembuatan tempe, tahu dan susu sari kedelai tidak ada limbah yang terbuang, limbah dapat dimanfaatkan baik sebagai bahan pangan maupun pakan (Gambar 2). Selama proses pembuatan tahu dan susu sari kedelai ada tiga manfaat sekaligus yang didapat yaitu sari kedelai yang sudah mengental dijadikan tahu, air sisa perasan tahu bisa digunakan lagi sebagai minuman yang banyak mengandung nutrisi untuk kesehatan tubuh dan pakan ternak. Sedangkan ampasnya dapat diolah lagi menjadi pangan seperti perkedel, tempe gembus dan lain-lain, serta dapat digunakan untuk pakan ternak.



Keterangan: =  Limbah

Sumber: Suhendrata (2018)

Gambar 2. Model usaha agribisnis pengolahan pangan berbasis kedelai bebas limbah pada sistem pertanian bioindustri di Desa Boloh, Kabupaten Grobogan

LIMBAH TANAMAN PANGAN SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK SAPI

Luas sawah di Desa Boloh ± 306 ha terdiri dari lahan sawah tadah hujan ± 296 ha dan sawah irigasi teknis ± 10 ha. Usahatani di lahan sawah tadah hujan didominasi oleh komoditas tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) dengan pola tanam kedelai – padi – jagung. Tanaman padi, jagung dan kedelai selain menghasilkan gabah, biji jagung dan biji kedelai juga menghasilkan limbah tanaman berupa jerami padi, jerami jagung (batang, daun, tongkol/janggel dan kulit buah/klobot) dan jerami kedelai (brangkasan: ranting, daun dan kulit polong). Limbah tanaman tersebut selain dapat digunakan untuk bahan pembuatan pupuk organik, juga dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak sapi. Pada sistem integrasi tanaman

pangan dan ternak sapi bebas limbah, hijauan tanaman dan limbah hasil tanaman pangan menjadi salah satu sumber pakan utama dan ditunjang rumput Gajah dan Odot, serta legum *Indigofera* terutama pada musim hujan hasil budidaya di sekitar sawah, bantaran sungai dan tegalan.

Potensi Limbah Tanaman Pangan Sebagai Pakan Sapi

Ternak sapi memerlukan pakan berupa hijauan dan konsentrat. Hijauan adalah sumber pakan berserat yang dapat difermentasikan di dalam rumen untuk menghasilkan asam-asam lemak mudah terbag, yang pada gilirannya menjadi sumber energi utama bagi ternak ruminan (Haryanto *et al.*, 2003).

Potensi limbah tanaman pangan di lahan sawah tadah hujan Desa Boloh Kabupaten Grobogan cukup berlimpah pada setiap musimnya tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah padi (jerami padi) terjadi saat panen padi pada MT-2, jerami jagung (tebon kering, tongkol dan klobot) saat panen pada MT-3 dan jerami kedelai (brangkas) saat panen kedelai pada MT-1.

Hasil pengkajian menunjukkan bahwa potensi jerami padi varietas Inpari 30 sekitar 8,8 t/ha atau 169,26% lebih berat dari produktivitas gabah kering panen (5,2 t/ha), jerami padi varietas Ciherang sekitar 8,3 t/ha atau 172,56% lebih berat dari produktivitas gabah kering panen (4,8 t/ha). Potensi jerami yang diambil atau diarit pada saat panen rata-rata 8,5 t/ha. Hasil jerami lebih berat dibandingkan hasil (produktivitas) gabah rata-rata 5,0 t/ha. Menurut Haryanto *et al.* (2003) jerami yang dihasilkan dari pertanaman padi berkisar antara 5 – 8 t/ha/musim, bergantung pada lokasi dan varietas yang di tanam. Jumlah jerami sebanyak ini dapat digunakan untuk pakan 2-3 ekor sapi dewasa sepanjang tahun. Subiharta *et al.* (2015) melaporkan produksi jerami padi segar sangat tergantung kepada varietas, pemupukan dan kondisi atau kesuburan lahan pertanaman padi, namun secara rata-rata produksi jerami per hektar lahan adalah sebesar 12,90 ton. Sedangkan Utomo *et al.* (2015) limbah jerami padi kering panen varietas Inpari 18 sebesar 13,04 t/ha atau 220,64% dari produktivitas gabah kering panen (5,91 t/ha GKP), Inpari 19 sebesar 11,23 t/ha atau 255,23% dari produktivitas gabah kering panen (4,4 t/ha GKP) dan Inpari 20 sebesar 12,25 t/ha atau 254,15% dari produktivitas gabah kering panen (4,8 t/ha GKP), selanjutnya dikatakan bahwa rata-rata produktivitas jerami berbanding lurus dengan rata-rata produktivitas padi yang dihasilkan. Menurut Haryanto dan Yulistiani (2009) kandungan bahan kering jerami segar sekitar 40 - 45%, kebutuhan ternak sapi sekitar 6-7 kg bahan kering jerami per hari untuk sapi dengan bobot hidup 250 kg.

Hampir seluruh bagian dari tanaman jagung bisa dimanfaatkan untuk pakan ternak sapi. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa potensi janggel/tongkol jagung varietas NK 7328 sekitar 2,9 t/ha atau 33,10% dari produktivitas jagung pipil kering panen dan klobotnya sekitar 1,9 t/ha atau 22,18% produktivitas jagung pipil kering panen (8,8 t/ha). Potensi tongkol jagung varietas Bima 19 URI sekitar 3,2 t/ha atau 41,85% produktivitas jagung pipil kering panen dan klobotnya sekitar 1,9 t/ha atau 24,73% produktivitas jagung pipil kering panen (7,5 t/ha). Potensi tongkol jagung varietas Bima 20 URI sekitar 2,8 t/ha atau 39,95% produktivitas jagung pipil kering panen dan klobotnya sekitar 1,6 t/ha atau 21,81% produktivitas jagung pipil kering panen (7,1 t/ha). Secara rata-rata potensi tongkol dan klobot jagung masing-masing 3,0 t/ha atau 38,30% dan 1,9 t/ha atau 22,91% produktivitas jagung pipil kering panen (7,8 t/ha). Rohaeni *et al.* dalam Rusdin *et al.* (2011) menyatakan bahwa produk sampingan dari usahatani jagung berupa daun dan batang sebesar 12,19 ton/ha dan janggel/tongkol dapat menghasilkan 1 ton/ha.

Perbedaan berat limbah tongkol per hektar mungkin dikarenakan perbedaan kadar air, lokasi dan varietas. Limbah tanaman jagung terutama tongkol dan klobot jagung belum dimanfaatkan secara optimal, hal ini dikarenakan oleh ketidaktahuan petani dalam memanfaatkan limbah tersebut untuk pakan sapi. Dengan demikian seluruh bagian dari tanaman jagung dapat dijadikan pakan ternak.

Hasil pengkajian menunjukkan bahwa potensi brangkas kedelai (batang, daun dan

kulit polong) varietas Dega-1 1,5 t/ha atau 64,70% dari produktivitas kedelai kering kadar air 12% (2,3 t/ha) dan potensi brangkasian kedelai varietas Grobogan 1,4 t/ha atau 65,47% dari produktivitas kedelai kering kadar air 12% (2,2 t/ha). Secara rata-rata potensi brangkasian kedelai sekitar 1,4 t/ha atau 65,09% dari produktivitas kedelai kering kadar air 12% (2,2 t/ha). Menurut Tiro *et al.* (2017) produksi jerami kedelai antara 3,1 – 4,5 t/ha, sedangkan Syamsu (2006) produksi jerami kedelai kering 2,8 t/ha. Perbedaan ini mungkin dipengaruhi varietas, jarak tanam, kadar air dan kondisi lahan.

Potensi Limbah Agroindustri Tanaman Pangan Sebagai Pakan Ternak Sapi

Beberapa limbah atau hasil samping industri tanaman pangan di Desa Boloh dan sekitarnya yang dapat dijadikan pakan ternak sapi antara lain limbah penggilingan padi (dedak), limbah pabrik tahu (ampas dan air tahu), limbah pabrik susu sari kedelai (ampas kedelai) dan limbah pabrik kecap (ampas kecap). Dedak padi diperoleh pada saat penggilingan gabah menjadi beras. Proporsi dedak padi sekitar 10% dari bobot gabah.

Peningkatan Nilai Nutrisi Limbah Tanaman Pangan

Ada beberapa cara yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas limbah tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) untuk pakan sapi, yaitu perlakuan secara fisik (proses pengeringan dan pemotongan/ pencacahan), kimiawi (amoniasi), biologis (fermentasi), dan gabungan amoniasi dan fermentasi (amofer) (Ernawati dan Budiharto, 2002; Haryanto dan Yulistiani, 2009). Teknologi fermentasi berfungsi untuk meningkatkan gizi jerami dan mempercepat proses pemecahan serat jerami padi, jagung dan kedelai supaya mudah dicerna ternak sapi. Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi sederhana yang melibatkan mikroorganisme.

1. Fermentasi limbah padi: jerami padi

Kandungan gizi jerami padi yang telah difermentasi lebih tinggi dibanding jerami tanpa fermentasi (Tabel 1) dan lebih disukai ternak. Jerami padi fermentasi memiliki nilai gizi hampir sebanding dengan rumput gajah (Sembiring dan Kusdian, 2008).

Tabel 1.

Nilai gizi jerami padi tanpa fermentasi dan fermentasi (% bahan kering)

No.	Parameter	Jerami padi	
		Tanpa fermentasi	Fermentasi
1.	Protein	3,5	7,0
2.	Seat deterjen netral	8,0	77,0
3.	Daya cerna NDF	28-30	50-55

Sumber: Balitbangtan (2003)

Hasil uji proksimat jerami padi fermentasi menunjukkan bahwa pembuatan fermentasi jerami padi menggunakan Starbio, MOL dan Biofad dapat meningkatkan kadar protein dari 3,5% menjadi 5,83 - 9,51%, tertinggi terjadi pada penggunaan Starbio 9,51% dan terendah pada MOL 5,83% diikuti dengan kandungan serat kasar terendah (Suhendrata *et al.*, 2017). Menurut Haryanto (2002) seekor sapi mengkonsumsi jerami fermentasi sebanyak 8-10 kg/hari. Volume jerami fermentasi adalah 48% dari jerami segar.

2. Fermentasi limbah tanaman jagung: tongkol dan kulit buah jagung

Penggunaan tongkol atau janggol jagung dan kulit buah atau klobot jagung sebagai pakan ternak sapi belum banyak dikembangkan dimasyarakat peternak. Hal ini dikarenakan kualitas pakan yang relatif rendah. Tongkol jagung mempunyai kadar protein yang rendah (2,9%) dengan kadar lignin (5,2%) dan cellulose yang tinggi (30%) dan pencernaan 40%. Fermentasi tongkol jagung diawali dengan menggiling/ cacah tongkol jagung limbah dari mesin pemipil jagung. Penggilingan/pencacahan menggunakan mesin pecacah (*chopper*) sehingga ukurannya menjadi lebih kecil. Percontohan pembuatan fermentasi tongkol dan klobot jagung dilakukan dengan menggunakan 3 macam (perlakuan) starter, yaitu MOL,

Strabio dan Biofad. Fermentasi dengan starter MOL dilakukan secara anerob sedangkan menggunakan starter Starbio dan Biofad secara aerob. Proses fermentasi berlangsung selama 21 hari. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar protein tongkol jagung hasil fermentasi menggunakan Starbio dan Biofad terjadi kenaikan menjadi 4,6% dan 7,0%, sedangkan menggunakan MOL tidak mengalami kenaikan (Suhendrata *et al.*, 2017). Ditinjau dari aspek kadar protein yang terdapat dalam tongkol jagung hasil fermentasi Biofad mempunyai prospek untuk dijadikan pakan ternak sapi. Menurut Gustiani dan Permadi (2015) fermentasi pada tongkol jagung meningkatkan kandungan protein kasar dari 1,92 menjadi 2,4%. Sedangkan hasil analisis proksimat menunjukkan kadar protein kulit biji jagung hasil fermentasi menggunakan Starbio, MOL dan Biofad relatif kecil masing-masing 2,57, 2,28 dan 3,05% tetapi kadar seratnya cukup tinggi lebih dari 50% (Suhendrata *et al.*, 2017). Kandungan nutrisi kulit biji jagung menurut hasil analisa proksimat laboratorium pakan Lolit Sapi potong, Grati, Pasuruan menunjukkan bahwa kandungan nutrisinya adalah Bahan kering 42,56 %, Protein kasar 3,4%, Lemak kasar 2,55%, Serat kasar 23,318% dan TDN 66,41%.

3. Fermentasi limbah tanaman kedelai: jerami kedelai

Percontohan pembuatan fermentasi jerami kedelai dilakukan dengan menggunakan 3 macam fermentor, yaitu Strabio, MOL, dan Biofad, proses fermentasi berlangsung selama 21 hari. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa protein kasar jerami kedelai tertinggi hasil fermentasi menggunakan Starbio 5,87% dan terendah hasil fermentasi MOL 4,96% (Suhendrata *et al.*, 2017). Protein kasar kulit polong tanpa fermentasi 4,4% sedangkan menurut Rab (2016) protein kasar kulit polong tanpa fermentasi 5,5%.

4. Fermentasi limbah agroindustri tanaman pangan

Limbah padat dan cair pada proses pembuatan tahu atau susu sari kedelai yaitu ampas kedelai atau lebih dikenal dengan ampas tahu dan air tahu. Ampas tahu dapat dimanfaatkan baik untuk pangan (Perkedel, Nugget, Mie, Tempe Gembus, Donat dan lain-lain) maupun pakan ternak sapi (sebagai bahan baku pembuatan pakan lengkap). Berdasarkan hasil uji proksimat menunjukkan bahwa ampas tahu masih memiliki kandungan nutrisi cukup baik sehingga berpeluang diolah menjadi produk pangan dan pakan. Kandungan protein kasar berkisar antara 4,91 – 5,63% atau rata-rata 5,27% (Tabel 2).

Tabel 2.

Hasil uji proksimat limbah ampas tahu dari kedelai varietas Grobogan

Parameter	Hasil Proksimat (%)				
	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Protein	Kadar Lemak	Karbohidrat
1. Ampas Tahu-1	84,51	2,18	5,63	2,82	4,86
2. Ampas Tahu-2	86,01	1,72	4,91	2,67	4,69
Rata-rata	85,26	1,95	5,27	2,75	4,78

Sumber: Suhendrata *et al.* (2018)

Sedangkan air tahu berdasarkan uji proksimat mengandung kadar protein antara 1,96 – 2,14% tergantung pada koagulan yang digunakan. Koagulan sari bahari (air tahu-1) menghasilkan air tahu yang mengandung kadar protein tertinggi (Tabel 3). Limbah air tahu dapat dimanfaatkan untuk pangan (minuman, kecap dll) dan pakan ternak sapi.

Tabel 3.

Hasil uji proksimat limbah air tahu dari kedelai varietas Grobogan

Parameter	Hasil Proksimat (%)				
	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Protein	Kadar Lemak	Karbohidrat
Air Tahu-1	88,73	1,38	2,14	3,27	4,22
Air Tahu-2	89,37	1,42	2,12	3,47	3,64
Air Tahu-3	87,63	1,43	1,96	3,14	5,85

Sumber: Suhendrata *et al.* (2018)

Pakan Lengkap Fermentasi

Permasalahan utama pada jerami tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) adalah kandungan nutrisinya yang rendah, sehingga kurang baik apabila dipakai sebagai pakan tunggal. Untuk meningkatkan nutrisi dan gizi agar memenuhi kebutuhan dilakukan pembuatan pakan lengkap. Pakan lengkap adalah gabungan pakan hijauan dan konsentrat yang diberikan secara bersama. Komposisi pakan lengkap terdiri dari sumber hijauan dan konsentrat serta mineral dalam jumlah sedikit namun sangat diperlukan untuk kesehatan ternak. Fermentasi pakan berfungsi untuk meningkatkan daya cerna dalam saluran pencernaan sapi disebabkan serat kasar yang banyak mengandung selulosa dan hemiselulosa yang sulit dipecah sudah terdegradasi oleh bakteri selama proses fermentasi. Proses fermentasi mempunyai kelebihan antara lain: tidak mempunyai efek samping yang negatif, mudah dilakukan, tidak membutuhkan peralatan khusus, ramah lingkungan dan biaya relatif murah.

Tabel 4.

Formula pakan lengkap fermentasi untuk pakan sapi bunting tua dan masa laktasi berdasarkan ketersediaan bahan baku lokal

Bahan	Komposisi (%)			
	Formula I	Formula II	Formula III	Formula IV
1. Bahan konsentrat:				
• Dedak	20,00	6,63	5,22	4,42
• Molasses (tetes)	5,00	2,39	1,88	1,59
• Mineral	1,00	0,40	0,31	0,27
• Garam dapur	1,00	0,41	0,32	0,27
• Ampas tahu	15,00	11,06	8,72	7,38
• Ampas kecap		10,24	8,07	6,83
• Biofad (starter bakteri)		0,20	0,16	0,13
2. Bahan hijauan:				
• Tebon jagung	28,00	32,06	25,28	36,8
• Jerami kedelai	30,00	36,61		
• Jerami padi			50,04	42,31
Jumlah	100,00	100,00	100,00	100,00
Kandungan nutrient *):	Formula I	Formula II	Formula III	Formula IV
Kadar air	11,13	62,76	43,28	44,74
Protein kasar	7,96	7,44	17,19	8,03
Serat kasar	27,15	46,64	17,88	52,55
Lemak kasar	2,03	1,7	1,06	2,83
Abu	15,96	16,6	14,3	12,43
Total Digestible Nutrient	58,73	41,53	59,62	37,99

*) Sumber: Hasil analisis proksimat, Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

Limbah bio/agroindustri dan limbah tanaman pangan memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber pakan ternak ruminansia. Limbah yang memiliki nilai nutrisi relatif tinggi digunakan sebagai pakan sumber energi atau protein, sedangkan limbah pertanian tanaman pangan yang memiliki nilai nutrisi relatif rendah digolongkan sebagai pakan sumber serat. Pembuatan pakan lengkap mengoptimalkan pemanfaatan bahan pakan lokal yang tersedia di lokasi terutama limbah bio/agroindustri yaitu dedak, ampas tahu, ampas kecap, molasses (tetes tebu), kulit ari kedelai dan limbah tanaman pangan (jerami padi, jerami jagung, jerami kedelai) dan rumput. Formula (komposisi) dan kandungan nutrisi/gizi empat pakan lengkap fermentasi yang disesuaikan dengan ketersediaan limbah agroindustri dan tanaman pangan (Tabel 4). Penerapan inovasi teknologi pakan lengkap fermentasi untuk ternak sapi PO bunting tua dan masa laktasi diharapkan dapat memenuhi target (1) Memperpendek jarak kelahiran 12-14 bulan, (2) Laju pertambahan bobot badan harian (PBBH) pedet sampai dengan disapih umur 7 bulan sekurang-kurangnya 0,4 kg, (3) Skor kondisi tubuh (kegemukan) induk selama menyusui dalam kategori sedang, dan (4) Bobot lahir pedet rata-rata 25-27 kg.

Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kandungan protein kasar memenuhi kebutuhan protein kasar untuk sapi bunting tua dan masa laktasi (Tabel 4). Aktivitas reproduksi induk sapi potong membutuhkan kandungan protein kasar pakan sebanyak 7% (NRC, 2000). Pakan lengkap fermentasi ini mempunyai kelebihan yaitu daya cerna lebih tinggi dibanding dengan yang non fermentasi sehingga kandungan nutrisi yang diserap oleh ternak lebih baik. Selain itu, pakan fermentasi banyak mengandung bakteri dimana bakteri dalam pakan oleh pencernaan dapat dirubah menjadi sumber protein non nitrogen. Kelebihan atau keuntungan pemanfaatan limbah jerami kedelai karena mengandung fitoestrogen yang bermanfaat meningkatkan kesehatan dan kinerja reproduksi sapi pasca melahirkan yaitu jarak kawin menjadi lebih pendek.

Pemberian pakan lengkap fermentasi pada induk sapi bunting tua menunjukkan bahwa memberi pengaruh terhadap bobot lahir pedet lebih berat dari kontrol (26,85 VS 24,4 kg), jarak pertama birahi kembali lebih pendek dari kontrol (45,5 hari VS 58,5 hari) dan *service per conception* (S/C) yang lebih rendah dibandingkan kontrol (1,5 VS 3,0) dan skor kondisi tubuh induk (BCS= *body condition score*) lebih besar dari Kontrol (4,2 VS 3,3). Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa pemberian pakan lengkap fermentasi kepada induk sapi bunting tua memberi pengaruh positif terhadap bobot lahir pedet, jarak pertama birahi kembali, *service per conception* (S/C) dan skor kondisi tubuh induk. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa jarak antara melahirkan dan birahi pertama induk sapi yang diberi perlakuan pakan tambahan dengan metoda *flushing* di Kelompok Family Jaya Desa Ponggang, Kecamatan Serang, Panjang Kabupaten Subang lebih cepat (60 hari) dibandingkan dengan cara petani (90 hari). Winugroho (2002) melaporkan bahwa perbaikan nutrisi ransum akan memperpendek *estrus post partum* (jarak antara melahirkan dan birahi pertama kali) serta Suyasa dan Yasa (2003) menyatakan bahwa perbaikan pakan dua bulan sebelum melahirkan dan dua bulan setelah melahirkan mampu memperpendek jarak antara melahirkan dan birahi pertama pada sapi Bali.

LIMBAH TERNAK SAPI SEBAGAI SUMBER PUPUK ORGANIK TANAMAN PANGAN

Pada sistem integrasai tanaman pangan dan ternak sapi, ternak sapi sebagai penyedia utama pupuk organik bagi pertumbuhan tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai). Seekor ternak sapi dapat menghasilkan kotoran sebanyak 8-10 kg setiap hari, apabila diproses menjadi pupuk organik akan dihasilkan 4-5 kg pupuk organik per hari. Populasi sapi di kandang komunal milik Kelompok Tani Ternak (KTT) Loh Jinawi III sebanyak 50 ekor sehingga dapat menghasilkan kotoran sebanyak 400 – 500 kg per hari atau sekitar 200-250 kg pupuk organik per hari atau potensi produksi pupuk organik sekitar 73 – 91 ton per tahun.

Kotoran dan urin sapi merupakan salah satu bahan pupuk organik yang potensial untuk dijadikan pupuk organik. Pupuk organik berperan penting dalam perbaikan sifat kimia, fisika

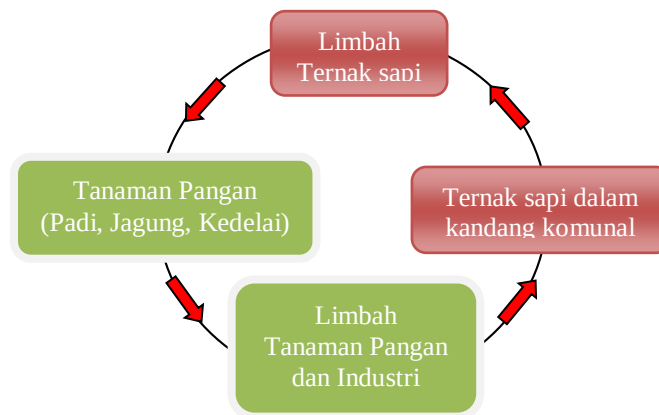
dan biologi tanah serta sumber nutrisi bagi tanaman pangan. Teknologi yang diintroduksi adalah pengelolaan kotoran sapi menjadi pupuk organik padat menggunakan biodekomposer *organic decomposer* (*orgadec*) dan Mikro Organisme Lokal (MOL). Keunggulan biodekomposer *orgadec* dan MOL dibandingkan biodekomposer lainnya adalah dalam proses pembuatan pupuk tidak perlu dilakukan pembalikan bahan pupuk dan dicampur dengan bahan lain. *Orgadec* adalah bioaktivator pengomposan dengan bahan mikroba asli Indonesia yang diproduksi oleh Lembaga Riset Perkebunan Indonesia (LRPI), mikroba yang berada pada *orgadec* bersifat anaerob. MOL merupakan mikro organisme lokal berfungsi sebagai biostarter pembuatan pupuk organik. Mikroba yang berada pada MOL bersifat anaerob.

Mutu pupuk organik yang dihasilkan dapat dilihat dari nilai C-organik dan C/N serta kandungan unsur N, P dan K dibandingkan dengan Standar Mutu Pupuk Organik Padat Permentan Nomor : 70/ Permentan/SR.140/10/2011. Hasil analisis terhadap pupuk organik menggunakan bioaktivator *orgadec* dan MOL menunjukkan bahwa nilai C-organik, N, P dan K berada pada kisaran standar mutu Permentan sedangkan C/N masih berada dibawah standar mutu Permentan sehingga masih perlu ditingkatkan mutu pupuk organik tersebut. Pupuk organik ini dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah yang berfungsi untuk memperbaiki sifat, fisik dan biologi tanah. Produksi pupuk organik rata-rata sekitar 30 ton/tahun atau sekitar 37% dari potensi kotoran ternak sapi di kandang komunal KTT Loh Jinawi III. Walaupun produksi pupuk organik ini baru mencapai sekitar 37% dari potensi kotoran ternak sapi sudah mencukupi kebutuhan anggota KTT Loh Jinawi III untuk memenuhi pemupukan tanaman padi pada MT-2, jagung pada MT-3 dan kedelai pada MT-1 dan sisanya di jual ke luar Desa Boloh digunakan untuk pemupukan tanaman pada lahan sawah, tegalan dan taman kota di Purwodadi.

SISTEM INTEGRASI TANAMAN PANGAN DAN TERNAK SAPI BEBAS LIMBAH MENUJU SISTEM PERTANIAN BIOINDUSTRI DI TINGKAT PETANI

Sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi bebas limbah menciptakan simbiosis mutualisme yaitu pemanfaatan jerami tanaman pangan sebagai pakan ternak dan pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk tanaman sehingga dapat menjaga kesuburan lahan sawah dan meningkatkan produktivitas tanaman dan ternak sapi. Pasokan penyangga kesuburan tanah dari pupuk organik yang berasal dari kotoran dan urin ternak sapi. Kecukupan pakan ternak sepanjang musim berasal dari limbah tanaman pangan (jerami padi, jagung dan kedelai), limbah bioindustri tempe (kulit ari kedelai), limbah industri kecap (ampas kecap) dan limbah industri tahu (ampas dan air tahu). Sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi akan membuat sistem produksi dapat berlangsung secara tertutup yang saling menguntungkan, artinya siklus zat-zat makanan dan biomassa menjadi tertutup, meskipun dalam batas-batas tertentu masih diperlukan *input* dari luar. Dengan demikian terjadi siklus atau perputaran hara dari lahan sawah ke tanaman, tanaman ke ternak dan kembali lagi ke sawah secara efisien. Limbah tanaman pangan yaitu jerami padi, jerami jagung (batang, daun, tongkol dan klobot), dan jerami kedelai (brangkas dan kulit polong) berubah status dari bahan pencemar lingkungan menjadi bahan pakan yang dimanfaatkan sebagai hijauan pakan ternak sapi baik melalui pengolahan/ fermentasi maupun secara langsung/alami. Limbah ternak sapi (kotoran dan urin) yang bersifat mencemari lingkungan menjadi pupuk organik untuk pupuk tanaman padi, jagung dan kedelai (Gambar 3).

Dalam pengurangan input dari luar terutama dalam menekan penggunaan anorganik (pupuk kimia) harus dilakukan secara bertahap dan disubstitusi oleh pupuk organik yang disesuaikan dengan kebutuhan hara dari tanaman padi, jagung dan kedelai agar produktivitas yang dihasilkan tidak turun bahkan dapat meningkat. Begitu juga harus mampu menekan bahkan me-nol-kan pakan dari luar tanpa berdampak negatif terhadap produktivitas anak sapi (pedet) serta harus dapat memperpendek jarak beranak sehingga produktivitas meningkat. Pengembangan sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi dengan memanfaatkan semua limbah atau bebas limbah diharapkan dapat menjadi sistem pertanian terpadu yang ramah lingkungan, dan meningkatkan serta memperkuat pendapatan rumah tangga tani.



Gambar 3. Siklus sistem produksi tertutup pada sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi bebas limbah menuju sistem pertanian bioindustri di lahan sawah tadah hujan

KESIMPULAN

Implementasi sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi bebas limbah bersifat saling menguntungkan. Limbah tanaman pangan yaitu jerami padi, jerami jagung (batang, daun, tongkol dan klobot), dan jerami kedelai (batang, daun dan kulit polong) berubah status dari bahan pencemar lingkungan menjadi bahan pakan yang dimanfaatkan sebagai hijauan pakan ternak sapi baik melalui pengolahan/ fermentasi maupun secara langsung/alami dan limbah agroindustri (ampas tahu, ampas kecap, air tahu dan kulit ari kedelai) dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan pakan ternak sapi. Sedangkan limbah ternak sapi (kotoran dan urin) yang bersifat mencemari lingkungan melalui proses dekomposisi atau fermentasi menjadi pupuk organik padat dan cair yang baik untuk memperbaiki kesehatan tanah dan sekaligus sebagai pupuk organik tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai).

Implementasi pakan lengkap fermentasi berbahan baku limbah tanaman pangan dan limbah bio/agroindustri terhadap sapi bunting tua dapat meningkatkan bobot lahir anak sapi (pedet), jarak pertama birahi kembali, *service per conception* (S/C) dan skor kondisi tubuh induk lebih baik dibandingkan dengan tanpa pemberian pakan lengkap.

Apabila sistem integrasi tanaman pangan dan ternak sapi bebas limbah diimplementasikan dengan baik dan benar, maka akan membuat sistem produksi dapat berlangsung secara tertutup yang saling menguntungkan, artinya siklus zat-zat makanan dan biomassa menjadi tertutup, meskipun dalam batas-batas tertentu masih diperlukan *input* dari luar. Dengan demikian terjadi siklus atau perputaran hara dari lahan sawah ke tanaman, tanaman ke ternak dan kembali lagi ke sawah secara efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, 2003. Pengkajian dan Sintesis Kebijakan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Padi dan Ternak (P3T) ke Depan. Laporan Teknis Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Litbang Pertanian. Bogor.
- Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian), 2003. Jerami Padi Fermentasi Sebagai Ransum Dasar Ternak Ruminansia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 25 (3): 1-2. Jakarta.
- Bamualim, A., dan B. Tiesnamurti, 2009. Konsepsi sistem integrasi antara tanaman padi, sawit, dan kakao dengan ternak sapi di Indonesia *dalam Fagi et al.* (Eds) *Buku Sistem*

- Integrasi Ternak Tanaman: Padi- Sawit- Kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. LIPI Press. Jakarta.
- Bulu Y. G., K. Puspadi, A. Muzani dan T. S. Penjaitan. 2004. Pendekatan Sosial Budaya dalam Pengembangan Sistem Usahatani Tanaman-Ternak di Lombok, Nusa Tenggara Barat. Prosiding Lokakarya Sistem dan Kelembagaan Usahatani Tanaman-Ternak”. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Ernawati dan B. Budiharto, 2002. Integrasi Padi dengan Sapi potong. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Gustiani, E. dan K. Permadi, 2015. Kajian Pengaruh Pemberian Pakan Lengkap Berbahan Baku Fermentasi Tongkol Jagung terhadap Produktivitas Ternak Sapi PO di Kabupaten Majalengka. Jurnal Peternakan Indonesia, Februari 2015 Vol 17 (1).
- Haryanto, B., dan D. Yulistiani, 2009. Teknologi Pengayaan Pakan Sapi Terintegrasi dengan Tanaman Padi *dalam* Fagi, A.M., Subandriyo dan I. W. Haryanto, B.,Rusastra (Eds). Sistem Integrasi Ternak Tanaman: Padi-Sawit-Kakao. LIPI Press. Jakarta.
- Haryanto, B., I.G.M. Budi Arsana, I. Inounu, dan K. Diwyanto, 2002. Panduan Teknis Sistem Integrasi Padi-Ternak. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Haryanto, B., Ismeth Inounu, I.G.M. Budi Arsana dan K. Diwyanto, 2003. Manajemen Pemeliharaan Sapi dalam Pola CLS Lahan Kering. Materi disampaikan pada Temu Teknis Program Litkaji Pola CLS di Lahan Kering.
- Hendriadi A., 2014, Konsep dan Prototype Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan Pada Komoditas Strategis. AGRIC Jurnal Ilmu Pertanian Vol 26 No.3 Edisi Khusus 1. Fakultas Pertanian dan Bisnis UKSW Salatiga.
- Kementan (Kementerian Pertanian), 2014. Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045: Pertanian-Bioindustri berkelanjutan, Solusi Pembangunan Indonesia Masa Depan. Kementerian Pertanian Jakarta.
- NRC (Nasional Research Council), 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition. Washington DC: The National Academies Press.
- Rab, S. A., 2016 Performa Sapi Madura yang Diberi Pakan Limbah Tanaman Kedelai. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rusdin, J. Witjaksono dan Suharno, 2011. Prospek Pengembangan Sistem Integrasi Tanaman Jagung–Sapi di Sulawesi Tenggara dalam Hermawan, A., Mastur, I. W. Sudana, Muryanto, Yulianto, T. Prasetyo, J. Pramono, V. Dwi, Y., R. Jamal (Eds) Prosiding Semiloka Nasional “Dukungan Agro-Inovasi untuk Pemberdayaan Petani”, Kerjasama UNDIP, BPTP Jateng dan Pemprov Jateng.
- Sembiring, H. dan D. Kusdianan, 2008. Inovasi Teknologi Padi Mendukung Usahatani Tanaman-Ternak *dalam* Wijono *et al.* (Eds) Buku Sistem Integrasi Tanaman –Ternak Bebas Limbah. Puslitbangtan. Bogor.
- Subiharta, A. Hermawan dan B. Utomo, 2015. Pemilihan Bangsa Sapi, Teknik Budidaya, dan Orientasi Usaha di Sentra Produksi Padi pada Model Biosiklus Terpadu Padi-Sapi *dalam* Hermawan, A., A. Malik, dan Moh. I. Wahab (Eds) Biosiklus terpadu padi-sapi di lahan irigasi. IAARD Press. Jakarta.
- Suhendrata T., 2016. Teknologi Mekanisasi Untuk Pertanian Bebas Limbah pada Sistem Integrasi Tanaman Padi dan Ternak Sapi Potong. IAARD Press. Jakarta.
- Suhendrata, T., E. Kushartanti, R. Endrasari, S. Sudarwati, A. Prasetyo, Suharno, dan P. Antonius, 2018. Model Integrasi Tanaman Kedelai dan Ternak Sapi Menuju Sistem Pertanian Bioindustri di Jawa Tengah. Laporan Akhir Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Suhendrata, T., 2018. Sistem Integrasi Tanaman Kedelai dan Ternak Sapi Sebagai Cikal

Bakal Sistem Pertanian Bioindustri di Lahan Sawah Tadah Hujan. *Warta Inovasi* (inpress).

- Suhendrata, T., Tri Bastuti Purwantini dan Suharno, 2017. Inovasi Teknologi Spesifik Lokasi Untuk Meningkatkan Kinerja Usahatani Terpadu di Lahan Sawah Tadah Hujan Kabupaten Grobogan *dalam* Mulyatno *et al.* (Eds) Prosiding dari Seminar Nasional Agribisnis IV Inovasi Agribisnis untuk Peningkatan Pertanian Berkelanjutan. Penerbit Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang.
- Suyasa, S. G. dan R. Yasa. 2003. Teknologi Flushing Pada Induk Sapi Bali untuk Meningkatkan Berat Lahir dan Berat Sapih Pedet. Prosiding Seminar Nasional. Revitalisasi Teknologi Kreatif dalam Mendukung Agribisnis dan otonomi Daerah. Puslit Sosial Ekonomi Pertanian Bogor bekerjasama dengan BPTP Bali.
- Syamsu, J.A., 2006. Analisis Potensi Limbah Tanaman Pangan Sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia di Sulawesi Selatan. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Utomo, B., R. Oelviani, S. Bahri dan E. Supratman, 2015. Daya Dukung Limbah Jerami Padi Varietas Unggul Baru (VUB) untuk Hijauan Pakan Ternak Sapi *dalam* Hermawan, A., A. Malik, dan Moh. I. Wahab (Eds) Biosiklus terpadu padi-sapi di lahan irigasi. IAARD Press. Jakarta.
- Winugroho, M., 2002. Strategi Pemberian Pakan Tambahan Untuk Memperbaiki Efisiensi Reproduksi Induk Sapi. *Jurnal Litbang Pertanian* 21(1). Badan Litbang Pertanian. Jakarta.