

PERTANIAN BIOINDUSTRI BERBASIS INTEGRASI TANAMAN-TERNAK PADA AGROEKOSISTEM LAHAN KERING BERIKLIM KERING DI NUSA TENGGARA BARAT

Yohanes Geli Bulu

Sasaran utama pembangunan pertanian dan ekonomi perdesaan adalah peningkatan produktivitas dan kualitas produk pertanian yang berdaya saing di pasaran. Peningkatan produktivitas dan kualitas produk dilakukan melalui berbagai kebijakan dan program, salah satunya melalui pengkajian model atau sistem pertanian bioindustri berbasis integrasi tanaman ternak pada pertanian lahan kering beriklim kering. Prastowo (2013), mendefinisikan pertanian bioindustri adalah sistem pertanian yang pada prinsipnya mengelola dan atau memanfaatkan secara optimal seluruh sumberdaya hayati termasuk biomassa dan atau limbah pertanian, bagi kesejahteraan masyarakat dalam suatu ekosistem secara harmonis (Badan Litbang Pertanian, 2015). Sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering, bahwa penggunaan input rendah atau yang sudah tersedia disekitar petani seperti pemanfaatan limbah tanaman sebagai bahan organik bagi tanaman pangan (jagung, kacang hiau dan kacang tanah). Limbah pertanian berupa jerami tanaman dapat digunakan sebagai pakan ternak. Penggunaan pupuk kandang dan kompos untuk meningkatkan produksi usahatani merupakan bagian dari bioindustri pertanian. Demikian halnya pemberdayaan kelembagaan tani dalam penerapan teknologi untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Selain itu, pemberdayaan kelembagaan tani dalam penumbuhan permodalan dan pengembangan jaringan kerjasama dalam produksi dan pemasaran hasil.

Sistem pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering terletak pada pemanfaatan seluruh sumberdaya hayati, biomassa, limbah pertanian, ilmu dan pengetahuan teknologi, serta multi komoditas dalam upaya peningkatan pendapatan dan nilai tambah. Implementasi model dan pengembangan inovasi teknologi pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering harus memperhatikan aspek sinergisme atau hubungan fungsional antara komponen penyusun model. Pengembangan model pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering didasarkan pada

potensi sumberdaya alam dan sumberdaya manusia, berkelanjutan secara sosial dan ekonomi serta memperhatikan aspek lingkungan yang lestari. Pengembangan sistem pertanian lahan kering belum ada keterpaduan penerapan teknologi modern (penggunaan input luar) dengan teknologi petani (penggunaan input yang bisa dihasilkan sendiri oleh petani).

Penggunaan input luar dalam peningkatan produktivitas terutama pada tanaman padi dan jagung cukup tinggi. Pembangunan pertanian di NTB belum mempertimbangkan perbaikan kualitas sumberdaya lahan pertanian, sehingga keberlanjutan pertanian di Indonesia belum mampu diwujudkan. Keberlanjutan pertanian mempunyai keterkaitan dengan bioindustri dalam suatu proses produksi untuk produk pertanian yang berkualitas. Tujuannya pertanian berkelanjutan adalah meminimalkan ketergantungan petani terhadap input eksternal yang mendominasi sumber daya pertanian.

Potensi lahan kering di NTB yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pertanian seluas 600.000 ha (BPS NTB, 2013). Luas lahan kering yang telah digunakan untuk pengembangan komoditas jagung atau luas panen jagung di NTB tahun 2014 seluas 126.577 ha, yaitu masing-masing 28.368 ha di pulau Lombok dan 98.209 ha di pulau Sumbawa. Total produksi jagung di NTB tahun 2014 mencapai 785.864 ton (BPS, 2015). Luas panen jagung di kabupaten Sumbawa tahun 2014 mencapai 43.043 ha dengan total produksi jagung 287.258 ton. Kabupaten Sumbawa merupakan salah satu kabupaten yang memiliki luas tanam jagung terluas, kemudian diikuti kabupaten Dompu 29.512 ha dan kabupaten Bima 18.695 ha (BPS, 2015). Sentra pengembangan jagung di lahan kering kabupaten Sumbawa untuk mendukung program UPSUS terdapat di kecamatan Lunyuk (10.994 ha) Labangka seluas 9.571, dan kecamatan Plampang (6.274 ha) (BPS Sumbawa, 2015). Tingkat kesuburan lahan kering semakin menurun dan sejauh ini belum adanya perbaikan kualitas sumberdaya lahan terutama pada lahan-lahan berlereng yang ditanami tanaman pangan. Rata-rata produktivitas jagung di NTB tahun 2014 mencapai 6,71 t/ha, sedangkan tingkat produktivitas jagung di kabupaten Sumbawa 6,67 t/ha (BPS NTB, 2015). Sebagian besar petani lahan kering selain mengusahakan jagung dan tanaman pangan lainnya juga memelihara ternak (sapi, kerbau dan kuda).

Ternak sapi merupakan komoditas strategis nasional dimana NTB merupakan salah satu propinsi di Indonesia sebagai sentra produksi ternak sapi. Jumlah populasi ternak sapi di NTB sampai dengan bulan Desember 2015 mencapai 1.055.013 ekor. Jumlah ternak sapi di pulau Lombok mencapai 440.290 ekor dan pulau Sumbawa mencapai 614.723 ekor (BPS NTB, 2016). Jumlah ternak sapi di kabupaten Sumbawa pada tahun 2015 mencapai 86.241 ekor. Jumlah ternak sapi di kecamatan Labangka mencapai 10.312 ekor yang tersebar

di lima desa (BPS Sumbawa, 2016). Sistem pemeliharaan ternak sapi oleh peternak di pulau Lombok lebih dominan pemeliharaan secara intensif dibandingkan di pulau Sumbawa yang lebih dominan secara ekstensif. Pemeliharaan ternak sapi di lahan kering kecamatan Labangka dilakukan secara semi intensif, dimana pada musim hujan sapi diikat pindah dan pada musim kemarau setelah panen jagung dan kacang-kacangan maka ternak sapi di lepas (Bulu, *et al.*, 2013). Tingkat penerapan teknologi manajemen pemeliharaan ternak sapi masih rendah. Demikian pula penerapan teknologi manajemen pakan juga rendah. Jenis pakan hijauan yang diberikan pada ternak sapi lebih dominan dari hijauan pakan legume pohon seperti lamtoro dan turi. Pemanfaatan limbah jagung sebagai pakan ternak belum maksimal yang lebih dominan diberikan dalam bentuk segar, namun terdapat sebagian petani yang menyimpan dalam bentuk kering untuk persediaan pakan pada musim kering.

Sebagian besar penduduk miskin di NTB lebih dominan mengelola pertanian lahan kering dengan tingkat produktivitas rendah. Peningkatan PDRB sektor pertanian sebesar 25,69 % tahun 2012 atau terjadi peningkatan 1,44 % dari tahun sebelumnya tidak diimbangi dengan penurunan jumlah penduduk miskin di perdesaan NTB (BPS NTB, 2013). Jumlah penduduk miskin di perdesaan NTB tahun 2013 sebesar 43.383.700 orang (17,25 %), lebih tinggi dibandingkan jumlah penduduk miskin perdesaan tahun 2012 sebesar 41.290.000 orang (15,41 %) atau terjadi peningkatan 1,84 % (BPS NTB, 2013).

Untuk mengurangi tingkat kemiskinan di perdesaan diperlukan untuk meningkatkan adopsi inovasi. Penggunaan inovasi menentukan peningkatan nilai tambah dan produktivitas produk pertanian. Akan tetapi, kecepatan dan tingkat pemanfaatan inovasi yang dihasilkan melalui penelitian dan pengkajian relatif lambat (Badan Litbang Pertanian, 2004). Kecepatan dan peningkatan adopsi inovasi sangat tergantung pada bekerjanya sistem inovasi. Sistem inovasi adalah suatu kesatuan dari sehimpunan aktor, kelembagaan, jaringan, hubungan, interaksi, dan proses produktif yang mempengaruhi arah perkembangan dan kecepatan inovasi beserta difusinya (Taufik, 2005). Menurut Alian dan Ciptomulyono, 2010), sistem inovasi merupakan salah satu pendekatan pembangunan ekonomi dengan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berupaya memberikan nilai tambah (*added value*).

Berdasarkan permasalahan pengembangan lahan kering yang belum optimal maka diperlukan pengembangan sistem pertanian bioindustri berbasis integrasi tanaman ternak yang dapat meningkatkan nilai tambah bagi petani. Pengembangan sistem pertanian bioindustri berbasis integrasi tanaman ternak terdapat empat komponen teknologi di lahan kering, yaitu (1) teknologi budidaya tanaman; (2) teknologi budidaya ternak; (3) teknologi pengolahan

biomassa tanaman untuk pakan ternak; dan (4) teknologi pengolahan limbah ternak untuk memproduksi pupuk organik.

Konsep pertanian-bioindustri sangat luas sehingga perlu batasan sesuai jenis kegiatan dan sasaran pelaksanaannya. Secara luas pertanian bioindustri dapat diartikan sebagai “Usaha pengelolaan sumberdaya alam hayati dengan bantuan teknologi bioindustri untuk menghasilkan berbagai macam hasil pertanian yang mempunyai nilai tambah ekonomi lebih tinggi” (Pedum Pertanian Bioindustri, 2015). Berkaitan dengan pelaksanaan kegiatan sistem pertanian-bioindustri lebih diarahkan pada peningkatan produksi tanaman pangan jagung melalui sistem relay dengan kacang hijau, kacang tanah dan integrasi dengan ternak sapi dan hijauan pakan ternak. Pada tanaman pangan lebih diarahkan meningkatkan penggunaan bahan organik (limbah tanaman, limbah ternak atau pupuk kompos) dan mengurangi penggunaan input luar (pupuk kimia). Sampai dengan saat ini bahwa petani masih sangat bergantung pada input luar, sementara sumberdaya lahan telah mengalami penurunan kesuburan yang mengancam keberlanjutan pertanian. Komoditas unggulan daerah propinsi NTB untuk menunjang program kesejahteraan petani dan peningkatan ketahanan pangan masyarakat adalah peningkatan produksi jagung dan ternak sapi. Pembangunan pertanian lahan kering berkelanjutan di NTB perlu dikembangkan sistem pertanian-bioindustri berdasarkan pendekatan *Zero Waste* (ZWA) yaitu pengembangan sistem pertanian bioindustri berbasis integrasi tanaman-ternak dan penggunaan input lokal (limbah pertanian dan peternakan) untuk perbaikan kualitas sumberdaya lahan serta mendukung produksi tanaman pangan secara optimal.

Model Peningkatan Indeks Panen Tanaman Pangan

Sebagian besar lahan pertanian di NTB adalah lahan kering beriklim kering dengan tingkat kesuburan rendah. Kondisi iklim lahan kering di NTB relative eratik dengan pola curah hujan yaitu antara 3 – 4 bulan hujan dalam setahun. Menurut Oldeman, *et al* (1980) bahwa wilayah lahan kering di NTB digolongkan zona D4 yang dicirikan bulan basah antara 3 – 4 bulan dan bulan kering antara 5 -6 bulan. Kondisi iklim yang relatif kering pada wilayah NTB (kabupaten Sumbawa) memerlukan pemilihan teknologi dan komoditas yang sesuai untuk dikembangkan pada pertanian lahan kering (Mulyani, *et al*, 2014). Petani lahan kering di kabupaten Sumbawa hanya menanam jagung pada musim hujan dan setelah panen jagung lahannya diberokan, sementara curah hujan setelah panen jagung pada bulan Maret sampai bulan Juni masih memungkinkan untuk menanam tanaman lainnya seperti kacang tanah dan kacang hijau. Pengembangan usahatani jagung oleh petani lahan kering beriklim kering lebih dominan secara monokultur dan setelah panen jagung

diberokan, meskipun curah hujan masih memungkinkan untuk menanam tanaman lain yang tidak banyak membutuhkan air. Perubahan iklim yang selalu berubah setiap tahun menyebabkan petani lahan kering yang dominan menanam jagung pada musim hujan memerlukan strategi untuk meningkatkan indeks panen dengan menggunakan teknologi yang tepat (Abdurachman, *et al*, 2008).

Perubahan iklim global selalui diikuti dengan perubahan pola curah hujan. Perubahan pola curah hujan yang selalu berubah-ubah setiap tahun serta jumlah hari hujan yang tidak merata pada semua wilayah lahan lahan kering di kabupaten Sumbawa akan mengancam kegagalan panen jagung. Untuk mengantisipasi kegagalan panen pada komoditas utama (jagung) maka diperlukan strategi pemanfaatan curah hujan setelah panen jagung dengan menanam kacang hijau dan kacang tanah. Berdasarkan data curah hujan kabupaten Sumbawa, bahwa antara bulan Desember (Musim Hujan) sampai dengan bulan Juni (Musim kemarau I) masih terjadi hujan meskipun curah hujan semakin menurun (BPS Sumbawa, 2015). Curah hujan antara bulan Maret sampai bulan Mei masih tergolong tinggi yaitu antara 117 mm - 150 mm, sehingga masih memungkinkan untuk meningkatkan indeks panen dengan menanam kacang hijau dan kacang tanah yang berumur genjah. Demikian halnya di lokasi penelitian kecamatan Labangka, kabupaten Sumbawa bahwa jumlah hari hujan dan curah hujan masih tinggi antara bulan Maret sampai bulan Mei. Jumlah curah hujan yang cukup tinggi setelah panen jagung pada bulan Maret sampai dengan bulan Mei sehingga memungkinkan untuk meningkatkan indeks panen dengan menanam kacang hijau dan kacang tanah.

Peningkatan indeks panen adalah suatu usaha pemanfaatan curah hujan dengan menanam tanaman lainnya dengan sistem relay menjelang panen atau setelah panen dari tanaman utama (jagung) yang di tanam pada musim hujan. Sistem relay jagung dengan kacang hijau maupun dengan kacang tanah sudah berkembang di kabupaten Sumbawa sebagai upaya untuk peningkatan pendapatan usahatani. Peningkatan indeks panen melalui sistem relay jagung dengan kacang hijau maupun dengan kacang tanah dalam pemanfaatan sumberdaya air hujan yang tersedia merupakan salah satu sistem pertanian bioindustri pada pertanian lahan kering beriklim kering. Sistem usahatani terpadu multi komoditas dalam sistem pertanian bioindustri memberikan keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan sistem pertanaman tunggal (*mono-cropping*) (Rohaeni, 2015)

Produktivitas usahatani pada pertanian lahan kering sangat ditentukan pola curah hujan dan intensitas hujan. Perubahan iklim yang terjadi setiap tahun menyebabkan petani lahan kering yang dominan menanam jagung pada

musim hujan memerlukan strategi untuk meningkatkan indeks panen jika terjadi kegagalan panen jagung. Penetapan jadwal tanam jagung awal musim hujan pada bulan Desember menjadi acuan petani untuk merencanakan untuk peningkatan indeks panen dengan menyusun jadwal tanam kacang hijau dan kacang tanah pada MK I (mulai pertengahan bulan Maret sampai awal bulan April) dengan tetap mengacu pada kondisi dan perubahan pola curah hujan. Berdasarkan pengalaman petani bahwa curah hujan antara bulan Desember sampai dengan akhir bulan Januari selalu lebih rendah dan curah hujan mulai meningkat pada bulan Pebruari sampai Maret.

Jika curah hujan rendah pada saat tanaman jagung fase berbunga maka petani telah memastikan bahwa produktivitas jagung menurun. Untuk meningkatkan pendapatan usahatani selain dari usahatani jagung maka petani berupaya meningkatkan indeks panen dengan menanam kacang hijau dan kacang tanah sebelum atau setelah panen jagung. Pemilihan komoditas tanaman kacang hijau dan kacang tanah karena kedua jenis komoditas tersebut tidak memerlukan air yang banyak selama proses produksi serta umur panen lebih pendek. Perilaku iklim dan pola curah hujan yang selalu berubah-ubah merupakan faktor pendorong bagi petani untuk meningkatkan indeks panen pada pertanian lahan kering. Perubahan pola pikir petani dalam memanfaatkan sisa air hujan sebelum dan atau setelah panen jagung pada bulan Maret merupakan suatu strategi petani dalam meningkatkan pendapatan. Pemanfaatan sumberdaya air hujan yang tersedia melalui pergiliran tanam jagung dengan kacang hijau dan atau kacang tanah pada pertanian lahan kering beriklim kering sebagai upaya dalam peningkatan nilai tambah merupakan bagian dari sistem pertanian bioindustri.

Pola pergiliran tanam usahatani jagung dengan kacang hijau dan atau kacang tanah pada pertanian lahan kering beriklim kering di kabupaten Sumbawa sangat tergantung pada frekuensi hari hujan dan jumlah curah hujan antara bulan Januari sampai dengan bulan Juni. Pergiliran tanam jagung dengan kacang hijau maupun kacang tanah mempunyai peluang besar terhadap peningkatan pendapatan petani. Berdasarkan pengamatan bahwa belum banyak petani yang memanfaatkan sisa air hujan untuk menanam kacang hijau dengan sistem relay. Berdasarkan data curah hujan bahwa antara bulan Maret sampai Juni masih terdapat hari hujan, dengan tingkat kelembaban tanah yang cukup memungkinkan untuk menanam kacang tanah dan kacang hijau sebelum atau setelah panen jagung.

Usulan tanaman yang bisa ditanam sebelum atau setelah panen jagung adalah kacang hijau dan kacang tanah. Tanaman kacang hijau merupakan salah satu tanaman palawija yang tahan kering dan tidak membutuhkan air terlalu

banyak, sehingga sangat cocok menjadi usahatani yang direkomendasikan untuk ditanam dengan sistem pergiliran tanam pada pertanian lahan kering. Penerapan model sistem relay jagung dengan kacang tanah, merupakan upaya pemanfaatan sumberdaya air hujan yang tersedia untuk meningkatkan produktivitas usahatani lahan kering, meningkatkan pendapatan dan keuntungan yang diperoleh petani (Bulu, *et al.* 2017). Sistem relay jagung dengan kacang tanah bertujuan untuk meningkatkan penerimaan petani dari usahatani pada satu-satuan lahan dalam satu tahun. Total penerimaan sistem relay jagung dengan kacang tanah sebesar Rp 27.880.000/ha/tahun dengan total biaya input yang dikeluarkan sebesar Rp 12.551.140/ha/tahun atau diperoleh tambahan penerimaan sebesar Rp 15.328.860/ha/tahun dengan nilai MBCR 2,22 (Bulu, *et al.* 2017).

Model Integrasi Tanaman Pangan dengan Ternak Sapi

Berdasarkan data BPS Nusa Tenggara Barat (NTB) tahun 2014 bahwa jumlah ternak sapi di NTB telah mencapai 1.013.793 ekor. Jumlah ternak sapi di kabupaten Sumbawa sebanyak 106.992 ekor, sedangkan jumlah ternak sapi di kecamatan Labangka sebanyak 2.301 ekor (BPS NTB, 2015; BPS Sumbawa, 2015). Sistem pemeliharaan ternak di kabupaten Sumbawa lebih dominan dilakukan secara ekstensif dan relatif sangat sedikit yang melakukan pemeliharaan secara semi intensif.

Sistem pemeliharaan ternak sapi di kecamatan Labangka lebih dominan dilakukan secara intensif, bagi peternak yang memiliki ternak sapi lebih dari 20 ekor lebih memilih memelihara ternak sapi secara ekstensif. Pada musim kemarau umumnya peternak melepas ternak, sedangkan pada musim hujan dikandangkan atau di ikat pindah. Menurut Ksnadi (2008), sistem integrasi tanaman ternak dalam suatu sistem usahatani terpadu, petani dapat memperluas dan memperkuat sumber pendapatan sekaligus menekan risiko kegagalan usaha.

Pemanfaatan limbah tanaman jagung sebagai pakan ternak lebih dominan dilakukan pada musim hujan yang diberikan dalam bentuk segar. Pemanfaatan limbah tanaman sebagai pakan ternak pada musim kemarau relatif sedikit yang disebabkan petani tidak mengoptimalkan penyimpanan limbah tanaman setelah panen jagung untuk persediaan pakan pada musim kemarau. Pemanfaatan limbah jagung sebagai pakan ternak hanya diberikan pada musim hujan selama ternak dikandangkan. Pemberian limbah jagung sebagai pakan ternak lebih dominan dalam bentuk segar.

Limbah tanaman kacang tanah 100 % diberikan sebagai pakan ternak sapi, baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk kering. Limbah kacang tanah yang diberikan dalam bentuk kering yang disimpan petani dari hasil panen pada MK I. Limbah kacang hijau hanya diberikan dalam bentuk segar setelah panen kacang hijau pada MK I dan juga petani menyimpan dalam bentuk kering untuk persediaan pakan pada musim kering. Selain limbah tanaman sebagai pakan ternak yang diberikan dalam bentuk segar maupun kering dan untuk meningkatkan protein bagi ternak sebagian petani telah mengembangkan hijauan pakan ternak berupa lamtoro taramba dan turi yang di tanam dengan sistem lorong dengan tanaman pangan. Hijauan pakan lamtoro dan turi umumnya diberikan sebagai pakan ternak dalam bentuk segar.

Ketersediaan pakan ternak pada musim kemarau di kecamatan labangka antara bulan Agustus sampai dengan bulan Nopember relatif sangat terbatas. Ketersediaan hijauan pakan ternak pada musim kemarau terutama ternak ruminansia besar yang sangat terbatas menyebabkan peternak cenderung melepas ternak pada musim kemarau

Tabel 1. Potensi produksi limbah tanaman pangan yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak pada musim kemarau di kecamatan Labangka kabupaten Sumbawa

No	Jenis brangkasan tanaman	Rata-rata berat brangkasan ubinan (3 m x 5 m)		Rata-rata berat brangkasan (t/ha)	
		Berat basah brangkasan (kg)	Berat kering brangkasan (kg)	Berat basah brangkasan (t/ha)	Berat kering brangkasan (t/ha)
1.	Jagung	22,95	6,67	15,300	4,45 t/ha
2.	Kacang tanah	25,17	6,70	16,78	4,47 t/ha
3.	Kacang hijau	21,645	5,81	14,430	3,87 t/ha

Sumber: Bulu, et al, 2016

Sementara potensi ketersediaan pakan dari sisa tanaman jagung cukup tinggi dan baru dimanfaatkan petani sebagai pakan ternak sebanyak 30 %. Hasil penelitian Baba, et al (2014) menjelaskan bahwa pemanfaatan jerami jagung sebagai pakan ternak sapi hanya mencapai 62,5 % yang disebabkan oleh terbatasnya tempat penyimpanan. Limbah tanaman kacang tanah dan kacang hijau telah dimanfaatkan secara optimal oleh petani di kabupaten Sumbawa dan lebih dominan disimpan dalam bentuk kering sebagai cadangan pakan pada musim kemarau.

Pemanfaatan biomassa tanaman pangan (jagung, kacang tanah dan kacang hijau) untuk pakan ternak masih terbatas yang disebabkan petani masih

cenderung melepas ternak pada musim kemarau. Pemanfaatan biomassa jagung sebagai pakan ternak baik yang diberikan dalam bentuk kering maupun dalam bentuk segar baru mencapai 30%, sedangkan biomassa kacang tanah dan kacang hijau telah dimanfaatkan 100 % oleh petani sebagai pakan ternak sapi pada musim kemarau.

Tabel 2. Potensi ketersediaan sisa tanaman pangan (limbah jagung, kacang Hijau dan kacang Tanah) di kecamatan Labangka kabupaten Sumbawa

Komoditas pangan	Luas panen (ha)	Potensi ketersediaan sisa tanaman (ton)	Pemanfaatan untuk pakan ternak (%)
1. Jagung	9.571	42.590,95	30
2. Kacang Hijau	1.215	5.431,05	100
3. Kacang tanah	242	936,54	100
Jumlah		48.958,54	

Sumber: Bulu, et al, 2017

MODEL PENGOLAHAN LIMBAH TERNAK KUNCI

Limbah adalah bahan sisa dari suatu proses produksi atau aktivitas manusia yang sudah tidak dimanfaatkan lagi. Peternakan sapi adalah salah satu kegiatan yang banyak menghasilkan limbah. Terdapat dua jenis limbah yang dihasilkan oleh ternak sapi yaitu limbah padat dan cair. Limbah padat seperti sisa pakan dan feses sapi, sedangkan limbah cair seperti urin dan air sisa kegiatan produksi. Kotoran sapi adalah limbah terbesar yang dihasilkan, karena seekor sapi potong dewasa rata-rata mampu menghasilkan kotoran sebanyak 6% dari bobot badan ternak. Limbah peternakan yang berupa kotoran sapi sebagian besar mengandung bahan organik, oleh karena itu kotoran sapi sejak dulu sudah digunakan untuk pemupukan. Pengaruh intensifikasi pertanian mengakibatkan pemakaian pupuk dari limbah peternakan semakin berkurang. Kebijakan tersebut menyebabkan banyak limbah peternakan yang tidak dimanfaatkan dan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Limbah ternak sapi yang berupa kotoran ternak, sisa pakan dan urin dihasilkan setiap hari cukup banyak. Limbah ternak tersebut dapat diolah menjadi pupuk kompos dan biourine atau kotoran ternak dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi menjadi bioenergi yang dapat dimanfaatkan oleh rumah tangga petani.

Proses pembuatan pupuk organik feses sapi potong dengan cara alami berlangsung lama dan lambat. Proses pengomposan yang lama dan lambat memunculkan berbagai macam teknologi pengomposan. Proses penguraian dioptimalkan sedemikian rupa sehingga pengomposan dapat berjalan dengan lebih cepat dan efisien. Banyak teknologi atau decomposer yang digunakan

untuk mempercepat pengomposan limbah ternak sapi seperti misalnya biotriba, stardek, EM-4 dan lain-lain.

Kotoran ternak sapi dan sisa pakan diolah menjadi pupuk kompos yang dapat dimanfaatkan untuk memupuk tanaman pangan seperti jagung, kacang hijau, dan kacang tanah serta tanaman sayuran. Pengolahan limbah ternak selama ini belum pernah dilakukan petani, hal ini disebabkan oleh kesadaran petani untuk menggunakan pupuk kompos pada tanaman relatif sangat rendah (Bulu dan Utami, 2017). Melalui kegiatan pertanian bioindustri maka limbah ternak dapat diolah menjadi kompos yang bisa dimanfaatkan untuk memupuk tanaman.

Produk yang telah dihasilkan dalam kegiatan pertanian bioindustri lahan kering beriklim kering meliputi pupuk organik cair biourine dan pupuk kompos. Jumlah ternak sapi sedang ditampung urine dan limbah padat sebanyak 50 ekor. Urine ternak sapi yang telah ditampung dari 50 ekor sapi dari bulan Juni 2016 sampai dengan bulan Desember 2017 sebanyak 6.500 liter dan jumlah kompos sebanyak 60 ton. Jumlah urine sapi yang telah diproses menjadi biourine sebanyak 4.750 liter. Pupuk cair biourine telah diaplikasi petani dalam memupuk jagung, kacang tanah dan kacang hijau. Aplikasi penggunaan pupuk organik cair biourine untuk tanaman pangan (jagung, kacang tanah, dan kacang hijau) memberikan respon terhadap pertumbuhan tanaman serta meningkatkan produktivitas usahatani. Pupuk cair biourine yang dihasilkan tersebut telah disebarluaskan oleh petani sebagai bentuk promosi dan sebagian kecil sudah di jual ke sesama petani. Sedangkan pupuk organik padat berupa kompos belum di jual petani tetapi memanfaatkan sendiri untuk memupuk jagung.

Tabel 3. Potensi limbah padat segar dan cair (urine) yang dihasilkan satu ekor ternak sapi bali di lokasi kegiatan pertanian bioindustri kabupaten Sumbawa

Jenis limbah ternak sapi	Rata-rata produksi limbah padat segar dan cair yang dihasilkan satu ekor sapi ternak sapi		
	Ekor/hari	Ekor/bulan	Ekor/tahun
Urine (liter)	5,7	171	2.052
Limbah padat segar (kg)	12,93	387,9	4.654,8
Kompos (K.a 18%) (Kg)	4,6	138	1.656

Sumber: Bulu, et al. 2016

Integrasi tanaman pangan dengan ternak sapi pada pertanian lahan kering beriklim kering di kabupaten Sumbawa adalah untuk meningkatkan pemanfaatan biomassa tanaman dan ternak dalam meningkatkan perolehan nilai tambah dan pengolahan biomassa tanaman dan ternak yang mempunyai nilai ekonomi. Hubungan antara ternak dengan tanaman yaitu biomass

tanaman (berupa jerami) dapat dimanfaatkan atau diolah menjadi pakan ternak pada musim dimana terjadi keterbatasan hijauan pakan ternak. Sebaliknya, biomassa ternak berupa kotoran ternak, sisa pakan dan urine dapat diolah menjadi pupuk organik cair maupun padat yang dapat dimanfaatkan untuk memupuk tanaman. Penggunaan pupuk organik hasil proses biomassa ternak untuk meningkatkan produksi tanaman pangan serta dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia. Pengurangan penggunaan pupuk kimia (pupuk anorganik) akan meningkatkan perolehan nilai tambah dari penurunan biaya input luar dalam proses produksi.

Pemanfaatan biomassa tanaman untuk pakan ternak sapi maupun pemanfaatan biomassa ternak sapi atau produk hasil olahan biomassa ternak menjadi pupuk organik cair maupun kompos untuk peningkatan produktivitas tanaman pangan merupakan salah satu model integrasi tanaman pangan dengan ternak sapi pada pertanian lahan kering. Hasil Penelitian Bulu, *et al.* (2016), melaporkan bahwa pemeliharaan ternak sapi secara integrasi dengan tanaman pangan memberikan tambahan keuntungan dari produk pupuk organik cair biourine dan pupuk kompos yang diproduksi. Penggemukan sapi potong dengan rata-rata 4 ekor yang digemukan memberikan keuntungan bersih sebesar Rp 23.367.000/ siklus produksi selama 6 bulan. Sebelum kegiatan sistem pertanian bioindustri dilakukan petani belum pernah melakukan usaha penggemukan maupun memproduksi pupuk organik cair biourine dan kompos.

SISTEM PERTANIAN BERKELANJUTAN

Sebagian besar lahan kering di Nusa Tenggara Barat telah dimanfaatkan petani dalam pengembangan komoditas jagung dengan penggunaan input luar yang sangat tinggi. Penggunaan input luar yang tinggi dengan tanpa memperhatikan perbaikan kualitas sumberdaya lahan melalui penggunaan bahan organik dapat menyebabkan tingkat produktivitas usahatani akan semakin menurun. Bahan organik merupakan komponen penting di dalam koloid tanah. Bahan organik berperan dalam beberapa hal, yaitu pembentukan agraget tanah, sumber hara potensial di dalam tanah, pembentukan pori-pori tanah. Selain itu bahan organik merupakan satu bagian dari kompleks pertukaran kation dan anion dalam tanah dan sebagai media dalam kehidupan mikrobiologi tanah serta beberapa peranan penting lainnya di dalam tanah (Arsyad, 2006).

Berbagai hasil penelitian telah menghasilkan berbagai teknologi untuk pengembangan pertanian ramah lingkungan. Salah satu yang telah dihasilkan adalah integrasi tanaman-ternak yang memungkinkan aliran energi atau rantai

makanan yang dapat berlangsung secara seimbang, harmonis dan nir limbah (*zero waste*). Konsep pembangunan pertanian seperti ini dapat menjadi embrio pengembangan sistem pertanian-bioindustri berkelanjutan yang efisien. Limbah tanaman dan ternak dapat diproses menjadi kompos yang sangat baik digunakan untuk menambah bahan organik tanah pada lahan kering. Demikian halnya limbah tanaman dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak terutama pada musim kemarau dimana hijauan pakan berupa rumput alam terbatas. Melalui kegiatan pertanian bioindustri telah mengolah limbah ternak menjadi pupuk organik cair "Biourine" dan pupuk kompos. Pupuk organik cair Biourine telah dimanfaatkan petani untuk memupuk tanaman pangan (jagung, kacang tanah, kacang hijau, tanaman hortikultura), sedangkan pupuk kompos yang diproduksi petani belum digunakan secara maksimal. Untuk meningkatkan pemanfaatan pupuk organik dari ternak sapi diperlukan pendampingan secara terus menerus karena untuk merubah pola pikir dan pola tindak petani membutuhkan proses dalam waktu yang cukup lama. Keberlanjutan pemanfaatan pupuk organik yang diproduksi dari hasil samping ternak sangat ditentukan oleh tingkat manfaat yang dirasakan petani. Disamping itu, limbah ternak sapi terutama kotoran sapi (feses) dapat diolah menjadi sumber energi bagi rumah tangga berupa biogas sebagai upaya peningkatan nilai tambah. Berkaitan dengan hal tersebut, bahwa saat ini propinsi NTB terdapat sekitar 2500 unit instalasi biogas skala rumah tangga yang dikembangkan pemerintah melalui program "langit biru".

Terkait dengan integrasi tanaman ternak, Saputra, (2000) menjelaskan bahwa pertanian terpadu adalah apabila dalam suatu kawasan ditanam jagung, maka ketika jagung tersebut panen, hasil sisa tanaman merupakan limbah yang harus dibuang oleh petani. Tidak demikian halnya apabila di kawasan tersebut tersedia ternak ruminansia, limbah pertanian menjadi makanan bagi ternak ruminansia. Hubungan timbal balik akan terjadi ketika ternak mengeluarkan kotoran yang digunakan untuk pupuk bagi tanaman yang ditanam di kawasan tersebut. Reijntjes (2000) mengatakan, hewan atau ternak bisa beragam fungsi dalam sistem usaha tani, ternak memberikan berbagai produk, seperti daging, susu, dan tenaga kerja. Selain itu, ternak juga memiliki fungsi sosiokultural, misalnya sebagai mas kawin, untuk pesta upacara, jaminan pinjaman Bank dan sebagai hadiah atau pinjaman yang memperkuat ikatan sosial. Dalam kondisi input luar rendah, integrasi ternak ke dalam sistem pertanian penting, khususnya: (1). Meningkatkan jaminan subsistens dengan memperbanyak jenis-jenis usaha untuk menghasilkan pangan bagi keluarga petani; (2). Memindahkan unsur hara dan energi antara hewan dan tanaman melalui pupuk kandang, urine dan sisa pakan ke lahan pertanian.

Faktor utama penentu keberhasilan dalam usaha peternakan adalah penyediaan pakan. Salah satu penyediaan pakan bagi ternak ruminansia adalah dengan pemanfaatan pakan asal sisa hasil pertanian, perkebunan maupun agroindustri. Salah satu sisa tanaman pangan dan perkebunan yang mempunyai potensi cukup besar adalah tongkol jagung.

Untuk meningkatkan nilai tambah yang akan diperoleh petani maka teknologi pengolahan limbah jagung sebagai pakan ternak dapat dikembangkan untuk peternak sapi di lahan kering. Inovasi teknologi yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian yaitu mengolah produk pertanian (limbah jagung) dapat menjadi salah satu solusi petani - peternak di lahan kering beriklim kering. Limbah jagung yang banyak dihasilkan oleh petani lahan kering dapat di olah menjadi pakan ternak terutama ternak sapi. Dalam prakteknya bahwa pemanfaatan biomassa jagung menjadi pakan ternak oleh petani lahan kering lebih dominan diberikan dalam bentuk seger dan sebagian kecil di simpan dalam bentuk kering untuk persediaan pakan pada musim kemarau.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah menghasilkan satu teknologi untuk memanfaatkan tongkol jagung, limbah pertanian dan juga solusi bagi petani jagung yang mengalami gagal panen. Teknologi pengolahan ini adalah teknologi fermentasi tongkol jagung untuk dijadikan pakan ternak sapi potong. Tongkol jagung di fermentasi, lalu digabungkan dengan bahan-bahan lain seperti jagung giling, dedak, ikan asin afkir, bungkil kelapa, singkong serut, urea kapur dan garam. Keunggulannya adalah meningkatkan nilai tambah dan dapat mengatasi kesulitan pakan berkualitas terutama pada masa kemarau, serta membantu sanitasi lingkungan.

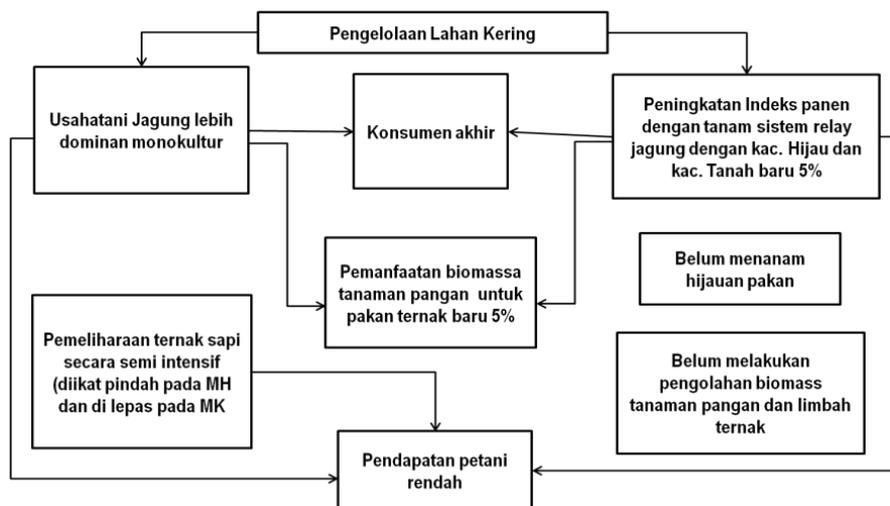
Sistem pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering merupakan suatu percontohan atau model yang dirancang dimana komponen-komponen pembentuk model memiliki hubungan fungsional. Keragaan yang ditampilkan dalam implementasi model dapat memperlihatkan keunggulan teknologi tanaman pangan dan teknologi pemeliharaan ternak sapi.

Sebelum merancang model pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering terlebih dahulu mempelajari model eksisting yang ada. Model eksisting di lokasi kegiatan bahwa sebagian besar petani lahan kering menanam jagung secara mono kultur dan sebagian kecil petani yang memanfaatkan pola curah hujan dengan pola tanam relay jagung dengan kacang tanah dan relay jagung dengan kacang hijau. Dalam budidaya jagung sebagian besar petani menggunakan pupuk kimia melebihi rekomendasi dan belum ada yang menggunakan pupuk organik (kompos dan organik cair).

Limah atau biomassa tanaman pangan (jagung, kacang tanah dan kacang hijau) belum di olah atau tidak dimanfaatkan petani sebagai cadangan pakan ternak pada musim kemarau. Hal ini, disebabkan oleh sebagian besar petani yang memelihara ternak sapi setelah panen jagung pada bulan Juni cenderung melepas ternak. Jarang ditemukan petani melakukan pengeringan atau penyimpanan biomassa tanaman untuk persediaan pakan ternak pada musim kemarau.

Berdasarkan model eksisting di lapangan maka dapat menyusun rancangan model impiris yang dapat diimplementasikan dengan menggunakan berbagai pendekatan. Tentu saja model eksisting yang diperoleh terus didalami untuk merumuskan permasalahan-permasalahan, potensi penerapan teknologi pertanian bioindustri, potensi wilayah, potensi kelembagaan tani serta potensi peningkatan produksi usahatani dan ternak melalui melalui pemanfaatan dan pengolahan limbah ternak dan tanaman yang dapat dimanfaatkan didasarkan hubungan fungsional dan timbal balik dalam meningkatkan produksi dan nilai tambah.

Implementasi model bertujuan memberikan pengetahuan, keterampilan dan pemahaman kepada petani sehingga menjadi stimulus untuk menerapkan teknologi sesuai dengan percontohan yang dilihatnya. Implementasi model baru dapat dilaksanakan secara menyeluruh oleh petani pada tahun kedua pelaksanaan kegiatan. Beberapa komponen pembentuk model masih perlu dilakukan perbaikan agar informasi inovasi yang diterima sesuai dengan yang dipraktikkan.



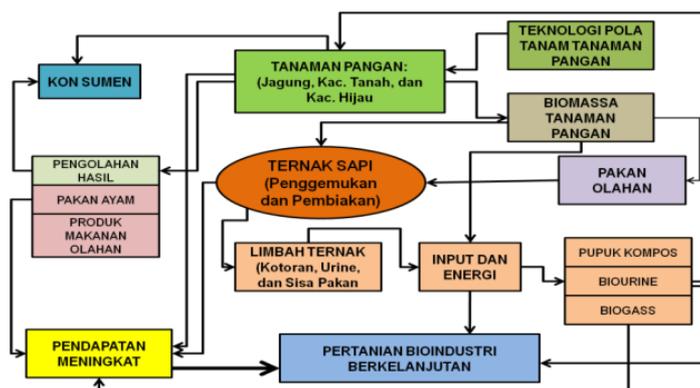
Gambar 1. Model eksisting sistem pertanian lahan kering beriklim kering di kecamatan Labangkan, kabupaten Sumbawa

Model empiris sistem pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering yang dirancang dari tahun pertama sampai tahun ketiga pelaksanaan kegiatan bertujuan untuk memperoleh model inovasi yang sesuai kondisi dan karakteristik biofisik pertanian lahan kering beriklim kering yang meliputi teknologi dan manajemen kelembagaan. Implementasi model pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering menggunakan dua pendekatan utama dalam pengembangan inovasi teknologi pertanian bioindustri, yaitu 1) percontohan berdasarkan komposisi komoditas tanaman pangan, dan 2) percontohan berdasarkan kawasan.

Kombinasi komoditas tersebut berdasarkan sinergisme atau hubungan dengan ternak sapi. Limbah atau biomassa tanaman pangan dapat dimanfaatkan atau diolah untuk pakan ternak sapi. Sebaliknya limbah ternak sapi dapat diolah kompos dan pupuk biourin untuk memenuhi kebutuhan pupuk organik bagi tanaman pangan. Pupuk organik yang dihasilkan petani dimanfaatkan untuk memupuk tanaman pangan memberikan hasil yang cukup baik terutama penggunaan pupuk organik cair biourine. Nurdin (2008) menjelaskan bahwa penggunaan pupuk organik pada tanaman jagung memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan produksi jagung.

Pengembangan model pertanian bioindustri berkelanjutan di lahan kering beriklim kering memfokuskan pada integrasi tanaman ternak sapi. Potensi pengembangan ternak sapi di lahan kering perlu suatu model integrasi tanaman pangan dengan ternak sapi. Wujud pengembangan model integrasi tanaman pangan dengan ternak sapi tentu saja harus menampilkan keragaan keunggulan teknologi yang dapat diadopsi secara luas oleh masyarakat petani.

Kinerja implementasi model pertanian bioindustri lahan kering beriklim kering sangat tergantung pada komunikasi dan kerjasama serta mematuhi tata kelola kelembagaan dari semua pelaku yang melaksanakan kegiatan pada setiap komponen pembentuk model. Partisipasi dan kerjasama dalam mulai dari perencanaan dan pelaksanaan model merupakan kunci sukses dalam penerapan inovasi teknologi dalam pertanian bioindustri. Oleh karena itu, inovasi teknologi dalam pengembangan pertanian bioindustri di lahan kering beriklim kering dapat memberikan keyakinan untuk diadopsi secara berkelanjutan.



Gambar 2. Model sistem pertanian Bioindustri Berkelanjutan lahan kering beriklim kering kabupaten Sumbawa

Pengolahan biomassa ternak terutama kotoran sapi dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi (biogass) yang dapat dimanfaatkan rumah tangga. Pemanfaatan biogass untuk keperluan rumah tangga juga menekan pengeluaran rumah tangga dalam membeli gass alam. Terkait dengan hal tersebut, maka pemeliharaan ternak sapi harus dilakukan secara intensif melalui usaha penggemukan sapi potong maupun pembibitan. Pemeliharaan ternak sapi secara intensif maka ternak sapi selalu berada di kandang, sehingga biomassa ternak (kotoran, urine dan sisa pakan,) bisa terkumpul sehingga mudah diproses menjadi pupuk organik. Untuk meningkatkan kualitas ternak sapi potong tentu saja tidak hanya mengharapkan pakan dari biomassa tanaman pangan, tetapi juga dikembangkan hijauan pakan yang memiliki nutrisi tinggi seperti lamtoro taramba dan turi.

KESIMP

Sistem pertanian bioindustri berbasis integrasi tanaman - ternak sapi di lahan kering beriklim kering didasarkan pada komponen-komponen dan hubungan fungsional antara komponen dalam sistem pertanian bioindustri. Kinerja model sistem pertanian bioindustri sangat ditentukan oleh pelaksana pertanian bioindustri (Petani dan kelompok tani) serta dukungan pendampingan dalam mengimplementasikan kegiatan setiap komponen sistem pertanian bioindustri.

Perubahan iklim dan pola curah hujan selama proses pertumbuhan vegetatif tanaman jagung pada musim hujan menyebabkan tingkat produktivitas yang diperoleh petani relatif rendah. Model integrasi tanaman pangan dengan ternak sapi melalui pemanfaatan limbah tanaman jagung belum maksimal.

Pengembangan sistem pertanian bioindustri berbasis integrasi tanaman - ternak sapi pada pertanian lahan kering harus dilakukan melalui pendekatan sosiologis, Psikologis, Antropologis dan ekonomi. Keempat pendekatan tersebut

dapat membantu dalam memberikan pemahaman dan pendampingan kepada petani dalam implementasi sistem pertanian bioindustri. Sistem pertanian bioindustri yang dilakukan secara integrasi memiliki sejumlah subsistem yang saling terkait dan mempunyai hubungan fungsional dengan jumlah kegiatan yang melebihi kemampuan petani dan tenaga kerja keluarga.

DAFTAR P

- Abdurachman, A. Dariah, dan A. Mulyani. 2008. Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27 (2), 2008: 34 - 48.
- Alian, Mochamad, Rifqi dan Udisubakti Ciptomulyono. 2010. Penentuan dan Pengembangan Komoditas Unggulan Klaster Agroindustri dalam Penguatan Sistem Inovasi Daerah Kabupaten Malang. Makalah Seminar Nasional. ITS Sueabaya
- Anonim, 2010. Tanaman Terpadu. Makalah Workshop persiapan pelaksanaan pendampingan padi, jagung dan kedelai. Bogor 11-12 Maret 2010.
- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Badan Litbang Pertanian. 2004. *Rancangan Dasar Program Rintisan dan Akselerasi Pemasyarakatan Inovasi Inovasi Pertanian (Primatani)*, Departemen Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2015. Panduan Umum Model Pengembangan Inovasi Teknologi Pertanian Bioindustri. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Baba, Syahdar, Sitti Nurani Sirajuddin, Agustina Abdullah, Muhammad Aminawar. 2014. Hambatan Adopsi Integrasi Jagung dan Ternak Sapi di Kabupaten Maros, Gowa dan Takalar. *Jurnal ITP Vol. 3 No. 2, Januari 2014*.
- BPS. 2013. Nusa Tenggara barat Dalam Angka. Biro Pusat Statistik Propinsi NTB. Mataram
- BPS. 2014. Nusa Tenggara barat Dalam Angka. Biro Pusat Statistik Propinsi NTB. Mataram
- BPS. 2016. Nusa Tenggara barat Dalam Angka. Biro Pusat Statistik Propinsi NTB. Mataram
- BPS. 2016. Kabupaten Sumbawa Dalam Angka. Biro Pusat Statistik kabupaten Sumbawa. Sumbawa Besar.
- Biro Pusat Statistik, 2011. Nusa Tenggara Barat Dalam Angka. Biro Pusat Statistik Provinsi NTB. Mataram.

- Bulu, Y. G., Sudarto, Ika Novitasari, Sylvia K. U., dan Adnan. 2013. Kajian Identifikasi Kebutuhan Teknologi Spesifik Lokasi Mendukung Penetapan Prioritas Penelitian dan Perencanaan ke Depan di Propinsi Nusa Tenggara Barat. Laporan Hasil Penelitian. BPTP NTB. Mataram.
- Bulu, Yohanes Geli, Sudarto, Ika Novita Sari, Prisdimminggo, Sylvia Kusumaputri Utami, dan M. Yunus. 2015. Laporan Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan Berbasis Usahatani Jagung pada Lahan Kering Beriklim Kering di Nusa Tenggara Barat. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat.
- Bulu, Yohanes Geli, Sudarto, Ika Novita Sari, Prisdimminggo, Sylvia Kusumaputri Utami, dan M. Yunus. 2016. Laporan Sistem Pertanian-Bioindustri Berkelanjutan Berbasis Usahatani Jagung pada Lahan Kering Beriklim Kering di Nusa Tenggara Barat. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat.
- Bulu, Yohanes Geli, Sylvia Kusumaputri Utami, Sudarto, dan Ika Novita Sari,. 2017. Peningkatan Indeks Panen Pada Pertanian Lahan Kering Beriklim Kering Sebagai Upaya Peningkatan Pendapatan Petani. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi, BBP2TP Bogor, 2017
- Bulu, Yohanes Geli dan Sylvia Kusumaputri Utami. 2017. Persepsi dan Motivasi Petani Mengenai Teknologi Konservasi Lahan Pertanian Berlereng di Kecamatan Labangka, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Prosiding Seminar Nasional Membangun Pertanian Modern dan Inovatif Berkelanjutan dalam Rangka Mendukung MEA. BBP2TP Bogor, 2017
- Kusnadi, Uka. 2008. Inovasi Teknologi Peternakan dalam Sistem Integrasi Tanaman Ternak untuk Menunjang Swasembada Daging Sapi. Naskah Orasi Profesor Riset, Disampaikan pada tanggal 25 Juni 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Mulyani. A, Dedi Nursyamsi, dan Irsal Las, 2014. Percepatan Pengembangan Pertanian Lahan Kering Iklim Kering di Nusa Tenggara. Pengembangan Inovasi Pertanian Vol. 7 No. 4 Desember 2014: 187 - 198.
- Nurdin. 2008. Optimalisasi Produktivitas Lahan Kering Melalui Pengembangan Sistem Usahatani Konservasi Tanaman Jagung di Propinsi Gorontalo. Jurnal Ilmiah Agropolitan Volume 1 Nomor 1 April 2008. Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo.
- Oldeman, R.L., Irsal Las, and Muladi. 1980. The agro-climatic maps of Kalimantan,

- Maluku, Irian Jaya, and Bali West and East Nusa Tenggara Contrib . No.60. Centr. Res. Inst.Agrc. Bogor.
- Reijntjes, C.B. Harverkort dan A. W. Bayer. 2000. Pertanian Masa Depan: Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah. Edisi Terjemahan. Kanisius Yogyakarta.
- Rohaeni, Eni Siti. 2015. Sistem Usahatani Tanaman - Ternak Sapi di Lahan Kering Kalimantan Selatan (Studi Kasus di Desa Banua Tengah dan Sumber Makmur, Kecamatan Takisung, Kabupaten Tanah Laut). SEPA Vol. 11 No. 2 Pebruari 2015: 200 - 206
- Kemtan, 2014. Rencana Strategis Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian tahun 2015 - 2019. Badan Litbang Pertanian. Jakarta
- Taufik, Tatang A. 2005. *Pengembangan Sistem Inovasi Daerah: Perspektif Kebijakan,*