

MENCIPTAKAN ENERGI BARU DENGAN BIOGAS DARI KOTORAN SAPI

CORRESPONDENCE

Email : fajaralqalam73@gmail.com
Phone : 081378357925

Fajar Darma Utama^{1*}, Hamdi², Nofi Yendri Sudiar²,

¹ Masters Study Program of Physics, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

²Department of Physics, Universitas Negeri Padang, Padang, West Sumatera, Indonesia.

ARTICLE INFORMATION

DOI :
10.24036/jccs/Vol2-iss1/20
Page : 57 - 64

Received : May 12, 2024
Revised : May 29, 2024
Accepted : May 30, 2024

ABSTRACT

Metode dalam pengembangan energi baru bahwa kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya harus ditampung di bak pengaduk kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya. Kemudian kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya disalurkan ke Tanki digester untuk menampung gas yang dihasilkan dari kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya. Kemudian gas tersebut disalurkan melalui pipa gas kerumah masyarakat ataupun industri dan air dan ampas dari kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya disalurkan ke bak buangan air dan ampas untuk dijadikan pupuk organik. Untuk metode yang digunakan dalam literasi yang berkaitan dengan energy terbarukan khususnya energy alternatif yang dihasilkan dari kotoran sapi dengan menggunakan studi literatur dari beberapa jurnal dan artikel yang berstandar internasional..

KEYWORDS : Kajian literature energi baru dari kotoran sapi



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2023 by author and Universitas Negeri Padang.

INTRODUCTION

Gas-gas yang terbentuk dengan pembuatan biogas adalah metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂), ditambah sedikit kandungan gas lainnya seperti hidrogen sulfida (H₂S), nitrogen (N₂), dan uap air. Biogas berasal dari limbah organik, termasuk kotoran hewan, limbah pertanian, limbah makanan, dan materi organik lainnya.[1]

Krisis energi secara global menyebabkan peningkatan krisis di seluruh dunia. Ketergantungan perekonomian dunia pada sumber daya fosil energi, serta perubahan iklim, menjadikan ketahanan energi sebagai prioritas strategis sebagian besar negara (Gheorghe et. al, 2011)[3]. Persaingan untuk mendapatkan sumber daya fosil yang semakin menipis yang mencakup 88 % kebutuhan energi, merupakan penyebab sebagian besar konflik militer. Di negara Eropa sangat bergantung pada impor energi fosil dari kawasan yang kaya akan fosil sumber bahan bakar seperti Rusia dan Timur Tengah. Tujuan utama Uni Eropa di 10 tahun terakhir adalah mengembangkan dan menerapkan sistem energi terbarukan berbasis nasional dan sumber daya biomassa regional, untuk meningkatkan keamanan pasokan energi nasional dan mengurangnya ketergantungan pada bahan bakar impor serta emisi gas rumah kaca di negara tersebut atmosfer (ICCP, 2000).[2]

Untuk itu sangat diperlukan pembaharuan energi sebagai kebutuhan masyarakat luas sehingga kebutuhan masyarakat telah tercukupi dengan baik. Untuk memitigasi dampak samping negatif tersebut, dilakukan peralihan transnasional ke arah yang lebih berkelanjutan [4]

Batasan ini berfokus pada pengurangan proporsi substrat klasik, seperti jagung, seperti jerami sereal atau pupuk kandang. Membatasi porsi hasil panen itu dibudidayakan secara intensif di beberapa daerah, seperti tanaman jagung, juga diupayakan pada tahun 2013 dan Reformasi CAP 2023 untuk mencapai diversifikasi tanaman. Selain itu, RED 2 didirikan kriteria keberlanjutan untuk produksi energi panas dan listrik, serta biofuel dan biomassa bahan bakar, yang berpotensi menghasilkan aliran pendapatan baru melalui pemasaran sertifikat CO₂, misalnya, dalam produksi biometana dari substrat dan pertanian yang lebih berkelanjutan produk sampingannya, seperti jerami. [5]

Data ini dianalisis dengan analisis faktor dengan cluster untuk mengkategorikan operator sesuai dengan system mekanisme penerimaan inovasi untuk kasus khusus pelet jerami sebagai substrat biogas [6]. Studi ini berkontribusi untuk memahami pandangan para pengambil keputusan di bidang pertanian. perilaku penerimaan mengenai penggunaan inovasi berkelanjutan dalam energi terbarukan produksi dan mengidentifikasi inovator potensial dengan pengguna awal. Hasilnya mempunyai implikasi penting bagi operator pembangkit listrik tenaga biogas dan produsen pellet dan pembuat kebijakan di tingkat nasional dan internasional dan menawarkan kemungkinan penyesuaian prosedur teknis, serta pelayanan nasehat dan informasi, sesuai dengan kebutuhan dan keinginan sebagian besar operator pembangkit listrik tenaga biogas bersedia menggunakan pelet jerami sebagai substrat biogas yang berkelanjutan.[7]

Penggunaan sistem dari energi biogas memiliki keuntungan, antara lain mengurangi efek gas rumah kaca, mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, panas, daya (mekanis/listrik) dan hasil samping berupa pupuk padat dan cair. Pemanfaatan limbah dengan cara seperti ini secara ekonomi akan sangat tinggi persaingannya seiring naiknya harga bahan bakar minyak dan pupuk anorganik. Disamping itu, cara-cara ini merupakan praktek pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan [8].

Penggosokan dengan pelarut organik, mirip dengan penggosokan air, bekerja berdasarkan pada kapasitas adsorpsi fisik gas dalam biogas mentah. Di dalam metode, pelarut organik seperti Polyethylene Glycol Ether (PEG), metanol, dan N-metil pirolidon digunakan sebagai pengganti air. Itu Keuntungan utama pelarut organik dibandingkan air terkait dengan keawetannya. adsorpsi CO₂ yang lebih baik dan jumlah masukan energi yang lebih rendah [9].

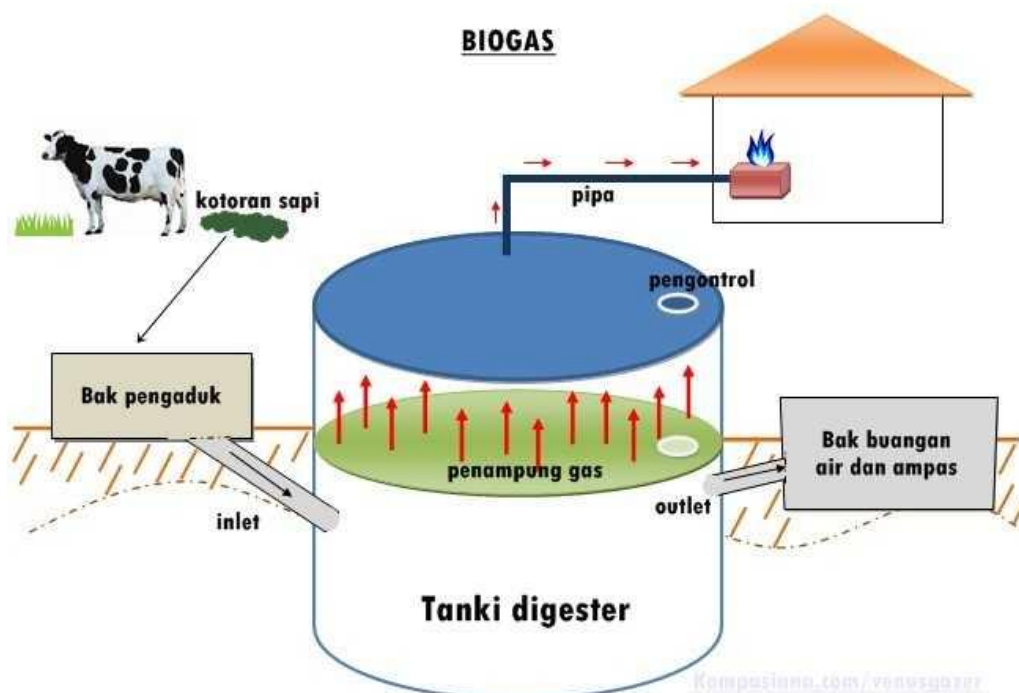
kelarutan kali lebih tinggi dalam PEG dibandingkan dengan air. Itu sebabnya, untuk penggosokan pelarut organik, diperlukan jumlah penyerap yang lebih sedikit, menyebabkan pemompaan menjadi lebih sedikit. Selain itu, scrubbing dengan pelarut organik juga dilakukan pada tekanan yang lebih rendah (6-8 bar) dibandingkan dengan scrubbing air.

Penerapan penyerapan amina dimulai ketika bahan kimia berbasis amina (yaitu, Methyl-dietanolamin, diet- anolamin, dan Aminoethoxyetanol) digunakan untuk menghilangkan CO₂ dan H₂S dari gas di industri perminyakan. Saat ini, proyek de- para vopers menerapkan pengetahuan kuno ini dalam berinvestasi dan mengembangkan teknologi penyerapan amina menuju produksi RNG. Persamaan berikut menunjukkan mekanisme dua langkah dari proses penyerapan amina. Seperti dapat dilihat, zwitterion (AmH + COO⁻) adalah terbentuk pada langkah pertama dengan bahan kimia berbasis CO₂ dan amina (AmH) reaksi. Zwitterion kemudian diubah menjadi anion karbamat (AmCOO⁻) dengan

adanya basa (B). Seluruh reaksi di mana bahan kimia berbasis amina secara kimia menyerap CO_2 ditunjukkan pada Persamaan. Itu Reaksi antara amina dan karbon dioksida merupakan reaksi eksotermik berkontribusi terhadap penyerapan yang lebih baik. Namun, masih ada beberapa tantangan teknis dalam proses penyerapan amina yang menghambat luasnya menggunakan. Di satu sisi, regenerasi amina yang diproses sangat memakan energi luas karena memerlukan suhu tinggi 110°C . Energi persyaratan untuk menyediakan suhu setinggi itu setara dengan 15–30% energi dihasilkan dari bio-metana. Di sisi lain Di sisi lain, degradasi bahan kimia berbasis amina menyebabkan korosi fasilitas, produksi senyawa berbahaya, dan emisi senyawa yang mudah menguap[29]

METHODS

Metode penelitian yang digunakan adalah bersifat kualitatif. Hal ini disebabkan karena adanya pengujian kualitas dari proses pembuatan energi Biogas untuk kemaslahatan umat manusia Untuk energi alternatif tersebut maka harus ada mekanisme yang handal agar energi yang dihasilkan maksimal dan relevan. Untuk metode yang digunakan dalam literasi yang berkaitan dengan energi terbarukan khususnya energi alternatif yang dihasilkan dari kotoran sapi dengan menggunakan studi literatur dari beberapa jurnal dan artikel yang berstandar internasional. Sedikit menyimpang dari tren tradisional menuju pertanian pencernaan kotoran hewan, lokasi yang diselidiki menerima produk sampingan dari pengolahan buah dan sayur, biji-bijian, ikan, daging, lemak, minyak, dan minyak (FOG), manufaktur makanan jadi, dan produk sampingan susu dari kawasan perumahan, ritel, dan industri dalam waktu sekitar radius 100 km. Masuknya sisa makanan basah, sampah organik lainnya, dan Material SSO diproses menggunakan peralatan pemisahan. Tujuan dari peralatan pemisahannya adalah untuk memisahkan bahan-bahan anorganik, seperti kantong plastik dan kemasan eceran dari bahan organik menggunakan bantalan mekanis atau metode lainnya. Proses ini juga menghilangkan padatan berat seperti pecahan tulang, logam, kaca, dan keramik. Dalam tahap menciptakan energi biogas yang berasal dari kotoran sapi adalah sebagai berikut :



Jadi dalam energi biogas tersebut bahwa kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya harus ditampung di bak pengaduk kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya. Kemudian kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya disalurkan ke Tanki digester untuk menampung gas yang dihasilkan dari kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya. Kemudian gas tersebut disalurkan melalui pipa gas ke rumah masyarakat ataupun industri dan air dan ampas dari kotoran sapi ataupun kotoran ternak lainnya disalurkan ke bak buangan air dan ampas untuk dijadikan pupuk organik.

RESULTS AND DISCUSSION

Results

Table 1. Size distribution according to the power generation capacity.

Size-Class	Installed Power Capacity		Rated Power Capacity
	Sample (2021) ¹	Biogas Plants (2015) ²	Sample (2021) ¹
≤70 kW	0.6%	0.4%	1.3%
71–150 kWel	3.6%	2.4%	4.9%
151–300 kWel	9.7%	40.8%	15.5%
301–500 kWel	12.9%		25.2%
501–750 kWel	17.5%		24.3%
751–1000 kWel	13.3%	41.3%	12.9%
>1000 kWel	42.4%	15.1%	15.9%

Source: Own illustration based on ¹ own data collection; ² [114].

Biogas terbuat dari karbon dioksida, metana, amonia, hidrogen sulfida, uap air dan lainnya komponen kecil, yang distribusi volumetriknya tergantung pada karakteristik substrat dan pada kondisi operasi proses. Produksi biogas mungkin ditingkatkan secara artifisial dengan mengendalikan kejadiannya reaksi biokimia untuk memaksimalkan produksi metana dan akibatnya energy pemulihan dari biomassa yang dicerna. AD telah memiliki aplikasi sipil dan industry di seluruh dunia sebagai teknologi untuk pengobatan sampah organik dan pembangkit energi. Itu pencernaan lumpur limbah (Vismara, 1988) di instalasi pengolahan air limbah kota dan pupuk kandang (Labatut et al., 2011) di peternakan mewakili jumlah terbesar teknologi konsolidasi, sementara aplikasi AD untuk produk sampingan pertanian dan industri seperti tanaman.

Namun sejak data literatur tentang AD limbah industri pengolahan makanan terbatas, itu tampaknya berguna untuk memperkirakan biogas teoritis dan produksi metana dalam rangka evaluasi teknis dan kelayakan ekonomi dari proses tersebut, dalam perencanaan skala laboratorium dan skala percontohan berturut-turut tes pencernaan.

Setiap tahun, semua tanaman dipupuk dengan 90 kg nitrogen (N) ha⁻¹ in selain mineral N yang ada di dalam tanah (Tabel 1), yang dirancang cukup untuk meningkatkan hasil tanaman jagung dan tanaman cawan yang dapat diterima uji coba lapangan sebelum di lokasi terdekat (tidak dipublikasikan). Kecuali tahun 2014, saat tanaman Sida dan cawan dipupuk dengan 50 kg N ha⁻¹, karena permintaan N yang lebih rendah selama tahap awal perkembangan tanaman.

Panen tahunan Sida pada musim panas telah dilakukan selama lima tahun berturut-turut (2014–2018) untuk menilai kesesuaian pabrik dengan tujuan yang diterapkan untuk produksi biogas. Pada tahun 2015 dan tahun berikutnya, Sida ditemukan memiliki bahan kering (DM) yang sangat tinggi konten (dalam aspek kualitas substrat biogas) pada awal bulan Juli bila sudah mencapai tahap

pengembangan 72 ± 1 berikut definisinya oleh Pusat Penelitian Biologi Federal untuk Pertanian dan Kehutanan, Kantor Variasi Tanaman Federal dan Industri Kimia.

Di Swiss, terdapat lebih dari 430 fasilitas biogas pada tahun 2018 (SFOE, 2019), dimana pabrik lumpur limbah mewakili hampir dua pertiganya instalasi, diikuti oleh tanaman pertanian dan industri. Biogas tumbuhan bersifat industri sesuai dengan peraturan perundang-undangan tentang penataan ruang ketika $<50\%$ sisa pertanian diproses di fasilitas ini (Dewan Federal Swiss, 2000). Studi ini dilakukan di pabrik biogas industri di Swiss secara nasional pada tahun 2018 (Dasar). Pada tahun itu, 35 pembangkit listrik tenaga biogas industri telah diidentifikasi, dan 32 dianalisis dalam penelitian ini yang terletak di 13 wilayah berbeda. Tiga pabrik industri tidak dipertimbangkan di sini karena kurangnya data mereka relatif kecil dan kuantitas biomasnya dapat diabaikan mereka memproses. Semua instalasi biogas mengolah limbah organik dengan menggunakan AD untuk menghasilkan biogas. Namun, patennya berbeda teknologi yang menggunakan proses pengobatan AD yang berbeda tersedia hari ini. (Vintila, T., and S. Neo. 2023)

Sumber daya biofuel adalah energi terbarukan dan relatif merata. Jelas bahwa oleh pencernaan anaerobik, biogas dihasilkan dari berbagai bahan seperti kotoran hewan, air limbah, limbah industri, limbah kota, limbah dapur dan segala hal yang hidup. Biogas adalah bahan yang bersih, bahan bakar murah dan ramah lingkungan, serta mempunyai kualitas yang bagus potensi untuk penerapan yang luas. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber energi biogas sangat efisien sebagai energi alternatif. Dari sekian banyak kotoran ternak yang terdapat di daerah sentra produksi ternak banyak yang belum dimanfaatkan secara optimal

Keanekaragaman hayati. Misalnya saja panen Sida di musim gugur dilakukan dalam kombinasi dengan tanaman biogas lainnya seperti tanaman jagung. Hal ini akan memungkinkan terjadinya diversifikasi lahan pertanian, pabrik bahan baku biogas, dan substitusi jagung sebagai sumber energi utama. Tanaman biogas yang dominan. Produksi bersama energi abadi. Tanaman sida dan tanaman cawan, misalnya jagung, mungkin mempunyai manfaat lebih lanjut dampaknya terhadap kualitas tanah, pengendalian erosi dan keanekaragaman hayati secara keseluruhan di wilayah tersebut jangka panjang. Perhatian khusus juga harus diberikan pada biokimia dengan karakteristik biomassa Sida yang dipanen pada musim gugur dan bagaimana hal ini mempengaruhi kemampuan ensilase (daya simpan). (Voss, J.; Schaper, C.; Spiller, A. 2023)

Discussion

Pengukuran dilakukan di empat BGP pertanian yang berbeda. gambaran skematis dari setiap BGP. BGP pertanian memiliki setidaknya 80% (berdasarkan berat bahan segar) bahan baku yang dimasukkan sebagai pupuk kandang dan residu organik asal pertanian. Sisanya adalah organik. Limbah dari sumber non-pertanian untuk meningkatkan produksi gas. BGP-1, BGP-3 dan BGP-4 memiliki penyimpanan cerna yang tidak kedap gas, sedangkan penyimpanannya tangki BGP-2 kedap gas. Di semua BGP, ada ternak perumahan di sekitarnya. Pada setiap BGP, biogas dibakar dalam sebuah CHP di lokasi untuk menghasilkan listrik dan panas. Panasnya digunakan untuk memanaskan reaktor dan keperluan lain seperti pemanas rumah atau pengeringan hasil pertanian. Tidak ada peningkatan biogas atau penyuntikan biogas ke dalamnya jaringan distribusi gas di empat lokasi tersebut. BGP-1 terletak di lereng menghadap timur laut. Kecenderungan rata-rata kemiringannya sekitar 9%. Barat daya pertanian di puncak bukit adalah hutan kecil. BGP-1 milik peternakan dengan sapi perah dan sapi

dara. Pada saat ini lokasi, CH₄ yang berasal dari ternak yang dipelihara dan digembalakan dapat mewakili sumber CH₄ yang besarnya sama dengan BGP.

Mengikuti perubahan kerangka hukum, cepat atau lambat operator pembangkit listrik tenaga biogas akan mengalami hal tersebut harus diganti substrat biogas yang konsepnya dengan yang lebih berkelanjutan dan inovatif alternatif substrat, seperti produk sampingan pertanian dan residu . Dalam hal penggunaan biogas, potensi ini dapat meningkatkan hingga 14 hingga 21,5 ton massa segar per tahun, selama sisa pencernaan dari pabrik biogas dikembalikan ke bidang . Namun karena alasan teknis atau ekonomi, tidak ada energi yang signifikan penggunaan jerami belum dilakukan di Jerman atau negara-negara UE lainnya, begitu pula dalam biogas produksi atau pilihan pemanfaatan lainnya, seperti pembakaran atau produksi bahan bakar .

Sebagai contoh dinegara Republik Rakyat Tiongkok melakukan respon terhadap perubahan iklim, metode yang efektif untuk mengurangi emisi karbon dioksida adalah dengan mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan secara bertahap mengganti bahan bakar fosil dengan sumber energi terbarukan. Sumber energi terbarukan merupakan komponen penting dalam sistem penyediaan energi. Saat ini, pengembangan sumber daya terbarukan global dan skala pemanfaatannya terus berkembang, dan biaya penerapannya pun menurun. Oleh karena itu, pengembangan sumber daya terbarukan menjadi penting bagi transformasi energi nasional dan penanganan perubahan iklim global di beberapa negara. Hal ini juga merupakan langkah penting untuk mendorong reformasi produksi dan konsumsi energi serta mendorong transformasi energi di Tiongkok. Transformasi energi global mencakup transformasi bahan bakar fosil menjadi sistem energi rendah karbon yang menciptakan era energi berkelanjutan yang berbasis energi terbarukan. Berdasarkan laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), International Energy Agency (IEA), dan International Renewable Energy Agency (IRENA), energi terbarukan diperlukan untuk mencapai target pengelolaan perubahan iklim. (Vintila, T., and S. Neo. 2023)

Dengan potensi sebesar itu maka dari sektor peternakan tidak hanya menghasilkan hewan ternak untuk dijual, tetapi limbah dari hewan ternak ini juga dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal, potensi kotoran yang dihasilkan dari peternakan warga setiap hari (Faiz Akbar Prihutama dan Dendy Nur Firmansyah. 2017)

CONCLUSION

Dalam hal penelitian ini bahwa energi Biogas sangat bermanfaat ketika seluruh energi yang berasal dari perut bumi ini habis. Maka dari itu untuk mengatasi krisis energi bagi masyarakat dunia maka harus menciptakan energi alternatif agar kebutuhan terjamin bagi kelangsungan hidup manusia. Untuk energi Biogas ini bergantung pada hewan ternak terutama gas yang ada pada kotoran hewan ternak tersebut.

REFERENCES

- [1] AGRIDEA, 2020. *Wegleitung Suisse-Bilanz*. Available at: . Swiss Federal Office of Agriculture
- [2] Amenumey, S.E., Capel, P.D., 2022. Fertilizer consumption and energy input for 16 crops in the United States. *Nat. Resour. Res.* 23 (3), 299–309.

- [3] Tchobanoglous, G., H. Theisen and S.A. Vigil, 1993. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. 2nd Edn., McGraw-Hill, ISBN-10: 0070632375 pp: 978
- [4] Al Seadi, T., D. Rutz, H. Prassl, M. Köttner, T. Finsterwalder, S. Volk, and R. Janssen (2008). Biogas Handbook. University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs Vej 9-10.
- [5] Gheorghe, A., L. Muresan, S. Celac, S. Caceu, C. Degeratu, L. Lenes, C. Kanovits, R. Bores, C. Prebensen, and T. Refvem (2021). 337-412. in: Gheorghe and Muresan (Eds.). Energy security. Springer Netherlands.
- [6] Hjort-Gregersen, K. (2023). Danish Farm Scale Biogas Concepts - at the point of commercial break trough. Proceedings of the International Conference Würzburg, Germany: Biomass for Energy and Industry, 8-11 June 1998 Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics
- [7] Vintila, T., and S. Neo (2023). Biogas in Romanian Agriculture, Present and Perspectives. Scientific papers: Animal Science and Biotechnologies. 44(1): 465-473.
- [8] Stein S. A Rice P.A and Hao J. (2020) Comprehensive Technical report on upgrading Natural Gas via Membrane Separation processes. DE-FG 21-91MC 28072 Federal Energy Technology Center, US Dept of Energy; Morgantown. WV 2000.
- [9] Norris A. (2022) Scrubbing Sewage Gas. Water and Sewage works 90:61
- [10] Weiser, C. Einflüsse auf den Getreidestrohertrag als Voraussetzung der Bestimmung des nachhaltigen Strohpotenzials. Tech. Theor. Prax. 2014, 23, 66–70
- [11] Vogel, T. Wirtschaftlichkeit Verschiedener Wertschöpfketten von Halmgutbasierten Heizwerken mit Nahwärmenetzen (WVHH); Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern: Gülzow-Prüzen, Germany, 2019.
- [12] Kröger, R.; Theusen, L.; Konerding, J.R. Güllefeststoffe als innovatives Gärsubstrat—Wird Die Kluft im Diffusionsprozess Übersprungen? In Perspektiven Für Die Agrar- und Ernährungswirtschaft nach der Liberalisierung, Band 51; Kühl, R., Aurbacher, J., Herrmann, R., Nuppenau, E.-A., Schmitz, M., Eds.; Landwirtschaftsverlag: Münster-Hiltrup, Germany, 2016; pp. 93–104.
- [13] Voss, J.; Schaper, C.; Spiller, A.; Theuvsen, L. Innovationsverhalten in der deutschen Landwirtschaft—Empirische Ergebnisse am Beispiel der Biogaserzeugung. In Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.; Landwirtschaftsverlag: Münster-Hiltrup, Germany, 2023; pp. 379–391
- [14] Vecchio, Y.; Agnusdei, G.P.; Miglietta, P.P.; Capitano, F. Adoption of Precision Farming Tools: The Case of Italian Farmers. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 869.
- [15] Jonsson, A.C.; Ostwald, M.; Asplund, T.; Wibeck, V. Barriers to and Drivers of the Adoption of Energy Crops by Swedish Farmers: An Empirical Study. In Proceedings of the Linköping Electronic Conference on the World Renewable Energy Congress, Linköping, Sweden, 8–13 May 2011; pp. 2509–2516.
- [16] Schukat, S.; Heise, H. Smart Products in Livestock Farming—An Empirical Study on the Attitudes of German Farmers. Animals 2021, 11, 1055

- [17] Rogers, E.M. *Diffusion of Innovations*, 5th ed.; Free Press: New York, NY, USA, 2023.
- [18] Kittl, C. *Kundenakzeptanz und Geschäftsrelevanz: Erfolgsfaktoren für Geschäftsmodelle in der Digitalen Wirtschaft*, 1. Auflage; Gabler: Wiesbaden, Germany, 2023.
- [19] Ginner, M. *Akzeptanz von Digitalen Zahlungsdienstleistungen: Eine Empirische Untersuchung am Beispiel von Mobile Payment Mittels Smartphone im Stationären Handel*; Springer Gabler: Wiesbaden, Germany, 2023.
- [20] Schierz, P.G. *Akzeptanz von Mobilten Zahlungssystemen: Eine Empirische Analyse Basierend auf dem Technologieakzeptanzmodell: Schriftenreihe Innovative Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis*, 1. Auflage; Verlag Dr. Kovach: Hamburg, Germany, 2008.
- [21] Kornmeier, K. *Determinanten der Endkundenakzeptanz Mobilkommunikationsbasierter Zahlungssysteme: Eine Theoretische und Empirische Analyse. Ph.D. Thesis, Universität Duisburg-Essen, Duisburg, Germany, 2009.*
- [22] Reichardt, T. *Bedürfnisorientierte Marktstrukturanalyse für Technische Innovationen: Eine Empirische Untersuchung am Beispiel Mobile Commerce*; Gabler: Wiesbaden, Germany, 2008.
- [23] Kuczera, C. *Der Einfluss des Sozialen Umfeldes auf Betriebliche Entscheidungen von Landwirten*; Margraf: Weikersheim, Germany, 2006.
- [24] Foster, A.D.; Rosenzweig, M.R. *Learning by Doing and Learning from Others: Human Capital and Technical Change in Agriculture. J. Political Econ.* 1995, 103, 1176–1209.
- [25] Zimmermann, M. *Das Kaufverhalten von Landwirten im Bereich Landwirtschaftlicher Investitionsgüter und die Auswirkungen auf den Marketing-Mix Landtechnischer Unternehmen. Ph.D. Thesis, Cuvillier, Göttingen, Germany, 2003.*
- [26] Schaper, C.; Wocken, C.; Abeln, C.; Lassen, B.; Schierenbeck, S.; Spiller, A.; Theuvsen, L. *Risikomanagement in Milchviehhöfen. Eine Empirische Analyse vor dem Hintergrund der Sich Ändernden EU-Milchmarktpolitik. In Risikomanagement in der Landwirtschaft; Landwirtschaftliche Rentenbank: Frankfurt, Germany, 2008; pp. 134–184.*
- [27] Ambrosius, F.H.W.; Hofstede, J.G.; Bock, B.B.; Bokkers, E.A.M.; Beulens, A.J.M. *Modelling farmer decision-making: The case of the Dutch pork sector. Br. Food J.* 2015, 117, 2582–2597
- [28] Weber, M.; El Benni, N.; Munz, M. *Der Einfluss von Direktzahlungen auf Betriebswirtschaftliche Entscheidungen—Eine Befragung von Landwirtschaftlichen Beratern: Untersuchung Zuhanden des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW); Bericht zu Modul III des Forschungsprojektes “Der Nutzen von Risikomanagementinstrumenten unter Berücksichtigung der Wirkung von Direktzahlungen auf das Einkommensrisiko in der Schweizer Landwirtschaft; Swiss Federal Institute of Technology: Zurich, Switzerland, 2013.*
- [29] Kröger, R.; Theuvsen, L.; Konderding, J.R. *Güllefeststoffe als Gärsubstrat für Biogasanlagen: Ergebnisse einer empirischen Erhebung unter Biogasanlagenbetreibern. Berichte über Landwirtschaft.* 2014, 92, 1–19.