Ulasan Ilmiah
PENGURANGAN BAU DAN MIKROBA DI INDUSTRI
PETERNAKAN AYAM
DENGAN MENGGUNAKAN ASAP CAIR
REDUCING MICROBIAL AND ODOR IN THE POULTRY
FARMS BY USING WOOD VINEGAR

Titiek Pujilestari

Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda
 Jln. Harmonika No. 3 Samarinda
titiekpujilestari@yahoo.com

Naskah diterima 10 Januari 2011, disetujui 27 Juni 2011

ABSTRAK

Mengingat masih banyaknya peternakan yang mengabaikan masalah lingkungan yang dapat menimbulkan dampak pencemaran seperti pencemaran udara terutama bau, maka perlu usaha untuk mengurangi pencemaran udara dengan cara menambahkan bahan yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan menyerap bau. Bau berasal dari kandungan gas amonia dan hidrogen sulfida, yang dikeluarkan selama proses dekomposisi kotoran ayam. Salah satu usaha untuk mengurangi bau adalah dengan cara penyemprotan asap cair ke dalam kotoran ayam di lokasi kandang ayam. Asap cair adalah cairan organik yang berwarna kuning sampai coklat kehitaman berbau sengkak (asap) dan mengandung banyak komponen kimia seperti senyawa asam, fenol dan alkohol.

Kata kunci : asap cair, bau, mikroba, pengurangan, peternakan ayam.

ABSTRACT

Considering there are many farms that ignores environmental issues that may cause pollution impacts such as air pollution, especially the smell, it is necessary efforts to reduce air pollution by adding a material that can inhibit microbial growth and absorb odors. The smell comes from the content of ammonia and hydrogen sulfide gases, which are removed during the process of decomposition of chicken manure. One attempt to reduce odor is to spray liquid smoke chicken manure into chicken coop location. Liquid smoke is an organic liquid that is yellow to dark brown sengkak smell (smoke) and contains many chemical components such as acidic compounds, phenol and alcohol.

Keywords : microbial, odor, poultry industry, reducing, wood vinegar.

PENDAHULUAN

Usaha peternakan ayam yang umum dilakukan oleh peternak besar maupun kecil adalah peternakan ayam petelur dan peternakan ayam pedaging. Usaha ini terus berkembang sejalan dengan peningkatan permintaan masyarakat

untuk pemenuhan pangan dan gizi yaitu daging dan telur. Apabila larangan ekspor sapi dari pemerintah Australia ke Indonesia berlangsung dalam kurun waktu yang cukup lama, dan bila berakibat pada peningkatan harga daging sapi, maka diperkirakan

sebagian masyarakat akan mengalihkan konsumsinya ke daging ayam. Kondisi ini akan menguntungkan dan lebih menggairahkan usaha peternakan ayam di dalam negeri.

Potensi ayam petelur dan broiler di Indonesia masing-masing sekitar 85 juta ekor dan 917 juta ekor dapat menghasilkan kotoran berupa feses dan urin sebanyak 63.964 ribu ton perhari (poultryindoensia.com.). Permasalahan yang timbul pada peternakan ayam adalah masih banyaknya pelaku usaha yang mengabaikan masalah lingkungan, sehingga masyarakat banyak yang mengeluhkan keberadaan usaha ternak ayam. Beberapa peternakan ayam yang lokasinya berada di dekat dengan pemukiman penduduk, dirasa mulai mengganggu kenyamanan hidup warga masyarakat sekitarnya, karena bau yang ditimbulkan, ketakutan akan penyebaran virus *Avian Influenza* (AI), dan timbulnya lalat yang sangat banyak (Susilo, A. 2010)

Pengelolaan limbah dan manajemen pasca panen ayam yang kurang baik dapat menimbulkan pencemaran udara yang sangat mengganggu berupa bau yang dikeluarkan selama proses dekomposisi kotoran ayam. Bau yang tidak sedap berasal dari kandungan gas amonia yang tinggi di sekitar kandang ayam 16,05 – 21,56 ppm yang terbentuk dari penumpukan feses yang masih basah dalam kondisi anaerob. Gas amonia ini mempunyai pengaruh buruk mulai kadar 6 ppm terhadap manusia dan ternak karena dapat bersifat iritasi pada saluran pernapasan, mata dan kulit serta dapat menimbulkan gangguan pada paru-paru (Soemanto I, 1998).

Beberapa usaha yang telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan bau yang ditimbulkan kotoran ayam adalah dengan penggunaan zeolit, mikroba probiotik starbio pada pakan, atau penambahan kapur pada kotoran. Metoda lain yang dapat digunakan untuk mengurangi

mikroba dan bau adalah dengan penyemprotan asap cair.

Asap cair merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu dalam air yang dibuat dengan mengkondensasikan asap cair hasil pirolisis. Asap cair mempunyai warna kuning sampai hitam dan berbau sengak serta mengandung banyak komponen kimia yang dikelompokkan pada senyawa asam, fenol dan alkohol (Sugihartono, 2004). Golongan fenol mempunyai sifat anti bakteri dan anti oksidan. Dua senyawa utama dalam asap cair yang mempunyai efek bakteristatik adalah fenol dan asam organik yang dalam kombinasinya kedua senyawa tersebut bekerja sama secara efektif untuk mengontrol pertumbuhan mikroba. Berdasarkan sifat kimianya, asap cair dapat digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya perkebunan, pengendali mikroorganisme, deodorisasi dan mencegah pertumbuhan jamur.

Dengan berbagai sifat yang dimiliki asap cair, sangat dimungkinkan untuk dikembangkan penggunaannya dalam usaha mengurangi pencemaran udara terutama bau yang diakibatkan adanya kotoran yang dihasilkan dari industri peternakan ayam. Penyemprotan asap cair pada kotoran ayam diharapkan dapat mengurangi pertumbuhan jamur dan bakteri sehingga penguraian kotoran dapat dihambat. Oleh karena itu dalam ulasan ini ditampilkan beberapa hasil penelitian dari asap cair yang dapat menghambat perkembangan anti bakteri yang ditandai dengan zona penghambatan, penurunan jumlah bakteri coli dan penurunan amoniak dan hidrogen sulfida sebagai indikasi pencemaran udara.

Keluhan masyarakat dari kegiatan usaha peternakan ayam adalah bau yang ditimbulkan, karena masih banyak peternak yang tidak melakukan penanganan limbah dari usahanya. Limbah peternakan ayam yang berupa feses, sisa pakan dan air

dari pembersihan ternak dan kandang menimbulkan pencemaran lingkungan masyarakat di sekitar lokasi peternakan. Dampak negatif bagi ternak sendiri menurut Setiawan dalam Susilo,A (2010) bahwa pengaruh kadar amonia 11 ppm dapat menurunkan produktivitas ayam, kadar 25 ppm merupakan kadar maksimum yang dapat ditolerir selama 8 jam dan apabila kadar amonia mencapai 50 ppm dapat menurunkan secara drastis produktivitas ayam dan terjadi pembengkakan fabricious.

METODA PENGURANGAN BAU

Bau sangat mengganggu masyarakat yang ada di sekitar kandang peternakan ayam, hal ini dikarenakan kurangnya manajemen dalam pengelolaan limbah ayam. Bau yang menyengat ini berasal dari kandungan gas amonia yang tinggi yang terbentuk dari penumpukan feses yang kondisinya basah. Ada beberapa metoda yang banyak diterapkan masyarakat peternak ayam untuk mengurangi bau diantaranya dengan penggunaan zeolit pada pakan, penambahan kapur dan menaburkan sekam padi pada kotoran ayam, penggunaan mikroba probiotik starbio pada pakan dan cara yang dapat dikembangkan dengan penyemprotan asap cair kedalam kandang ayam.

Zeolit merupakan kelompok senyawa berbagai jenis mineral alumino silika hidrat dengan logam alkali. Penggunaan zeolit pada umumnya sebagai bahan untuk pengolahan air, pengolahan air limbah dan rumah tangga. Selain itu untuk industri pertanian, peternakan, perikanan, industri kosmetik, farmasi dan lainnya. Penggunaan zeolit didasarkan atas sifat-sifat yang dimilikinya, baik sifat mineralogi, kimia dan fisika. Zeolit mempunyai kemampuan menyerap gas amoniak sebesar 3,5 g/kg zeolit (Suwardi,2009). Aktifitas zeolit dari reaksi katalik zeolit mempunyai sifat sebagai padatan

asam yang disebabkan karena adanya situs asam. Padatan yang bersifat asam dapat mengikat molekul-molekul basa secara kimiawi. Kemampuan pemanfaatan zeolit ditentukan oleh daya serap, daya tukar kation maupun daya katalis (Trenggono, 1997).

Penambahan kapur dan menaburkan sekam padi pada kotoran ayam dimaksudkan agar kondisi di sekitar kering dan bau dapat terserap oleh kapur maupun sekam padi karena adanya reaksi asam yang mengikat molekul basa secara kimiawi. Penambahan kapur 1% dan 3% pada kotoran ayam dapat mengurangi gas amonia namun masih dalam kisaran 7,77 – 8,42 ppm (Zainudin dkk 1994).

PROSES PRODUKSI ASAP CAIR

Asap cair diperoleh dari beberapa tahapan kegiatan yaitu meliputi persiapan bahan dan peralatan, penyusunan bahan dalam reaktor, penutupan reaktor, penyalaan tungku agar terjadi proses pirolisis dan penampungan tetesan asap cair.

Persiapan bahan dilakukan dengan cara memotong kayu sedemikian rupa dengan ukuran tertentu 10 – 20 cm (sesuai ukuran reaktor), sehingga kayu mudah diatur dalam reaktor. Penyusunan kayu dalam reaktor diusahakan antar kayu saling berhimpitan dan diusahakan rongga yang terjadi sekecil mungkin. Proses selanjutnya menutup reaktor dan memasang pendingin air. Pastikan penutupan reaktor tidak mengalami kebocoran dan pendingin dapat bekerja dengan baik. Apabila pendingin kurang baik maka ada sebagian asap yang sebenarnya dapat dikondensasikan tidak mengembun dan terbuang ke udara, dengan demikian dapat mengurangi rendemen dan komponen kimia dalam asap cair.

Penggunaan bahan baku sangat berpengaruh dalam pembuatan asap cair karena dapat memberikan perbedaan kandungan senyawa aktifnya seperti asam, fenol dan

alkohol. Bahan baku berlignoselulose yang digunakan untuk membuat asap cair ditentukan perbedaan jenis, umur, tempat tumbuh dan bagian bagian dari kayu. Peralatan yang digunakan dan suhu pirolisis juga sangat berpengaruh terhadap asap cair yang diperoleh, semakin tinggi suhu pirolisis kemungkinan timbulnya senyawa karsinogenik semakin tinggi, suhu pirolisis berkisar antara 250 – 400^o C.

Pada tahap pembakaran kayu dilakukan dengan cara pembakaran tidak langsung atau destilasi kering yaitu pemanasan yang dilakukan pada dasar tungku sehingga kayu dalam reaktor terbakar. Pada cara ini pemanasan dilakukan secara terus menerus selama proses destilasi berlangsung. Asap yang dihasilkan dialirkan melalui pipa yang dilengkapi pendingin, sehingga akan terjadi perubahan fase dari uap/asap menjadi fase cair. Cairan yang keluar lewat ujung pipa pendingin yang berupa tetesan disebut asap cair. Proses pembakaran dihentikan apabila tidak ada lagi cairan yang menetes dari ujung pipa pendingin.

KOMPOSISI DAN KEGUNAAN ASAP CAIR

Kandungan kimia asap dari pembakaran bahan berlignoselulose adalah fenol, formaldehide, asam formiat, asam asetat, keton, alkohol, karbon dioksida dan senyawa karbonil lainnya. Pirolisis selulose dapat menghasilkan golongan furan dan fenol sedang pada pirolisis lignin akan menghasilkan metil ester pirogallol dan tar yang merupakan campuran guaiakol, kresol dan fenol (Girard, 1992). Menurut Darmadji, P (1996), menuturkan bahwa macam bahan dasar dan suhu pirolisis menghasilkan fraksi asap cair yang bervariasi terhadap kandungan senyawa fungsionalnya. Asap cair limbah rempah yang diperoleh dari suhu pirolisa 200 - 250^o C memiliki kemampuan aktivitas antimikroba dan

antioksidan yang cukup tinggi. Senyawa penyusun rempah daun cengkih paling tinggi kandungan karbonil 34,46%, fenol 3,15% dan golongan asam (asam asetat) 2,16%. Menurut Setiaji, B didalam Arviza, dkk (2006), bahwa asap cair di dalam batok kelapa terdapat 20 senyawa, tetapi hanya ada tiga senyawa utama yaitu alkohol, aldehid dan senyawa asam yang mempunyai gugus kimia rantai panjang yang tidak beracun dan justru membunuh bakteri pembusuk. Selanjutnya dikatakan Pujilestari, T (2010) bahwa senyawa kimia dominan dalam asap cair cangkang kelapa sawit adalah golongan alkohol 58,03%, asam asetat 26,52%, aldehid 6,68% dan fenol 4,55%.

Berdasar sifat kimianya, asap cair dapat digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya perkebunan, pengendali mikroorganisma, deodorisasi dan mencegah pertumbuhan jamur. Beberapa keuntungan asap cair yang digunakan untuk keperluan berkebun antara lain dapat membuat tanaman menjadi lebih sehat, dapat mengurangi kutu busuk dan parasit, dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman dan jika dalam tanah dapat bertindak sebagai pupuk, dapat mengurangi bau kompos dan bau yang tidak sedap.

Asap cair memiliki daya serap (adsorpsi) yang tinggi dan kemampuan untuk menyerap racun yang dikeluarkan melalui kulit (Koyotakara, 2004). Menurut Rahmi, N dkk (2008) dikatakan bahwa asap cair dari kayu akasia, karet dan galam mempunyai aktivitas anti bakteri terhadap E. Coli dan Salmonella dengan kategori kuat pada konsentrasi diatas 50%.

Mengingat bahwa asap cair dapat digunakan sebagai penyerap bau yang tidak sedap maka perlu dikembangkan kegunaannya sebagai usaha baru dalam mengurangi bau pada industri peternakan ayam yang sekaligus dapat menghambat pertumbuhan mikroba dalam kotoran ayam.

Asap cair merupakan komponen berbagai senyawa yang diantaranya adalah asam, fenol dan alkohol. Senyawa golongan fenol sejak lama telah digunakan sebagai senyawa antimikroba atau sebagai senyawa antiseptik. Sebagian golongan senyawa alkaloid dari tanaman juga terbukti memiliki aktivitas antibakteri. Senyawa fenol dari bahan berlignoselulose merupakan senyawa yang memiliki satu cincin aromatik dan satu atau lebih substitusi gugus hidroksil (-OH), termasuk turunan fungsional lainnya.

Bahan anti mikroba untuk keperluan berbagai industri dirasa masih diperlukan, dengan demikian menuntut pencarian bahan-bahan anti mikroba baru untuk mengatasinya. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan mencari anti mikroba baru melalui eksplorasi dan seleksi mikroba ataupun menggunakan sumber bahan alami lain yang berpotensi sebagai senyawa anti mikroba.

Penggunaan senyawa anti mikroba khususnya yang alami, secara umum meningkat dari tahun ke tahun. Penggunaan senyawa anti mikroba dari asap cair yang dibuat dari jenis tanaman tumbuhan berlignoselulose merupakan suatu usaha baru yang aman dan murah untuk dapat diterapkan dalam industri yang memberikan aroma / bau tidak enak yang ditimbulkan akibat proses penguraian dari bahan-bahan yang dikelolanya.

Senyawa anti mikroba merupakan senyawa yang mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Senyawa anti mikroba yang terkandung dalam berbagai jenis ekstrak tanaman diketahui dapat menghambat beberapa mikroba patogen maupun perusak pangan (Branen, 1993). Dalam asap cair cangkang kelapa sawit terkandung beberapa jenis komponen kimia yang dominan antara lain, isobuthyl alkohol, asam asetat, 2-furancarboxaldehyde, fenol dan asam propanoat.

Aktivitas anti mikroba asap cair disebabkan adanya senyawa kimia yang terkandung dalam asap seperti fenol, formaldehid, asam asetat, apabila bahan ini menempel pada permukaan maka dapat menghambat pembentukan spora dan pertumbuhan beberapa jenis jamur dan bakteri. Seperti dalam penelitian Pujilestari, T (2008) mengatakan bahwa dengan penyemprotan asap cair konsentrasi 60% jumlah kapang semakin menurun pada penyemprotan hari ke 20, 25 dan 30, walaupun jumlah kotoran ayam pada hari-hari ke 25 dan 30 semakin meningkat sebanding dengan ransum yang diberikan. Selanjutnya dikatakan bakteri koloni yang dihitung dalam angka lempeng total kotoran ayam sebelum penyemprotan $4,3 \times 10^7$ sampai $7,2 \times 10^7$ kol/g semakin menurun rata-rata $10,3 \times 10^6$ kol/g setelah mengalami penyemprotan asap cair dengan konsentrasi 50%.

PENYERAPAN TERHADAP BAU

Lokasi peternakan ayam pada umumnya mengambil lokasi daerah terpencil yang jauh dari perkampungan. Namun demikian karena pesatnya perkembangan penduduk maka lokasi peternakan yang sudah dibangun beberapa tahun yang lalu terdesak dan menyatu dengan perkampungan penduduk. Sebagai akibatnya banyak masyarakat yang merasa terganggu dengan bau yang tidak sedap yang timbul dari kotoran ayam. Seperti dikatakan Adiputra, W (2011) sebagian peternak ayam di Kecamatan Boyolali Kota harus mengosongkan kandang dalam radius 50 meter dari jalan raya atau melakukan penyemprotan limbah untuk memacu pembentukan kompos karena baunya sangat mengganggu pengguna jalan raya.

Pengurangan bau telah banyak diusahakan para peternak ayam karena bau dari kandang ayam memang sangat mengganggu warga di sekitar peternakan. Produksi gas buang dari peternakan ayam sering menjadi

kendala bagi peternak karena emisinya yang menimbulkan bau tidak sedap. Bau tersebut bersumber dari campuran gas yang diproduksinya diantaranya amonia dan hidrogen sulfida. Untuk menanggulangi masalah tersebut peternak sampai saat ini masih menggunakan cara tradisional dengan penambahan sekam dan kapur.

Perlunya menciptakan solusi alternatif baru dengan penggunaan asap cair pada peternakan ayam sehingga dapat menurunkan pencemaran bau dari peternakan ayam. Hal ini senada dengan tekad warga Boyolali untuk melakukan penyemprotan kotoran ayam untuk mempercepat pembentukan kompos, juga adanya asap cair dapat membantu mengurangi kutu busuk dan dapat bertindak sebagai pupuk dan menjadikannya tanaman menjadi lebih sehat, Sumiworld dalam Sugihartono (2006)

Penyemprotan asap cair belum pernah diterapkan pada industri peternakan ayam dalam usaha untuk mengurangi pencemaran udara. Menurut Pujilestari, T (2008) penggunaan asap cair sebagai usaha untuk mendapatkan kemampuan aktivitas anti bakteri dan jamur pada konsentrasi diatas 50% dengan mempertimbangkan memaksimalkan hasil, bahan baku yang murah dan mudah diperoleh. Penyemprotan dapat dilakukan diatas hamparan kotoran ayam yang diduga sebagai penyebab timbulnya bau.

Untuk mengetahui tingginya pencemaran yang diakibatkan oleh polusi udara di sekitar peternakan dapat dilakukan pengujian amonia (NH_3) dan Hidrogen Sulfida (H_2S) dengan dipasang alat penangkap gas untuk masing-masing parameter. Metoda pengujian sesuai dengan SNI. 19 – 7119.1 – 2005 tentang Cara Uji Kadar Amoniak (NH_3) dengan Metoda Indofenol Menggunakan Spektrofotometer.

Menurut penelitian yang dilakukan Pujilestari T, (2008) bahwa

cemaran amonia (NH_3) dalam kandang ayam berkisar 16,046 – 21,556 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan setelah mengalami penyemprotan dengan asap cair konsentrasi 50% dan 60% dapat menurunkan tingkat pencemaran yang cukup signifikan menjadi 3,711 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan sampai tidak terdeteksi adanya amonia. Kadar amonia dalam kandang ayam berasal dari ransum ternak ayam akibat pengelolaan kandang yang basah. Gas amonia mempunyai sifat larut dalam air membentuk amonium hidroksida dan stabil pada suhu kamar. Sebagai efek pada masyarakat sekitar kandang apabila menghirup gas amonia ini pada kadar rendah 6 ppm dapat menyebabkan iritasi pada mukosa mata, kulit dan saluran pernapasan serta menimbulkan gangguan paru-paru. Pada kadar diatas 40 ppm dapat menyebabkan sakit kepala, mual, hilang nafsu makan pada manusia dan pengaruhnya terhadap ayam dapat menurunkan produktifitas ayam dan terjadi pembengkakan fabriceus, (Susilo A, 2011).

Adanya hidrogen sulfida (H_2S) dapat diuji dengan metode penangkapan gas dan faktor yang berpengaruh diantaranya suhu, kelembaban dan arah angin. Pencemaran udara yang disebabkan oleh H_2S dalam jumlah dan waktu tertentu dapat menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup termasuk manusia, hewan dan tumbuhan. Hidrogen sulfida (H_2S) dalam udara sangat berbahaya karena sifatnya yang beracun dan asfiksian, menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan, mempunyai bau seperti telur busuk dan tidak berwarna (Soemanto, I, 1998).

Menurut Pauzenga (1996) didalam Fauziah (2009) menuturkan bahwa gas hidrogen sulfida pada kadar 10 ppm dapat berpengaruh pada iritasi mata, kadar 20 ppm berakibat iritasi mata, hidung dan tenggorokan namun apabila kadar gas hidrogen sulfida mencapai 200 ppm dapat menyebabkan pusing, depresi dan

rentan pneumonia, hingga dapat menyebabkan kematian pada kadar 600 ppm per menit.

Penggunaan asap cair untuk mengurangi bau pada lokasi kandang ayam dapat dilakukan dengan cara penyemprotan dan untuk memaksimalkan hasil digunakan asap cair dengan konsentrasi 60%. Pelaksanaan penyemprotan dalam satu periode masa panen minimum sebanyak tiga kali sejak ayam berumur 20 hari, dengan asumsi bahwa pada umur tersebut amonia cukup tinggi sebanding dengan ransum yang diberikan.

KESIMPULAN

Asap cair mengandung beberapa senyawa kimia yang dapat berperan sebagai anti mikroba dan dapat bersifat menyerap bau. Pengurangan bau dengan asap cair merupakan cara baru dan belum digunakan pada petani peternak ayam. Bau berasal dari kandungan gas NH_3 dan H_2S yang dikeluarkan selama proses dekomposisi kotoran ayam. Pengurangan bau dengan cara penyemprotan langsung asap cair dalam kandang ayam dapat menurunkan jumlah mikroba dan pengurangan bau. Pencemaran udara (bau) di industri peternakan ayam setelah penyemprotan asap cair dapat turun secara signifikan sehingga diharapkan dapat menekan pencemaran udara dengan demikian efek kesehatan yang ditimbulkan akibat pencemaran udara dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, W. 2011. Peternak Kurangi Populasi Ayam, Harian Joglo Semar. <http://harianjoglosemar.com/berita/peternak>. Akses tgl 9 Agustus 2011.
- Arviza Y dan Amin S. 2006. Mukjizat Asap dari Kulon Progo, Tempo edisi 22 Januari 2006, halaman 56 – 57.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. SNI. 19-7119.1-2005, tentang Udara Ambien-Bagian 1 : Cara Uji Kadar Amoniak (NH_3) dengan Metoda Indofenol Menggunakan Spektrofotometer.
- Branen AL, Davidson PM. 1993. Antimicrobial in food. Marcel Dekker, New York.
- Darmadji P. 1996. Antibakteri Asap Cair dari Limbah Pertanian, Agritech, Volume 16, No 4, hal 19 – 22.
- Fauziah. 2009. Upaya Pengelolaan Lingkungan Usaha Peternakan Ayam, <http://www.mustang89.com>. Diakses tgl 24 Juni 2011.
- Girard, JP. 1992. Technology of Meat and Meat Product, Ellis Horwood, New York
- Koyotakara. 2004. Ingridien of Koyotakara. Wood Vinegar. www.koyotakara.com
- Poultryindoensia.com, Peternakan Ayam Tanpa Limbah, Seperti Apa. Diakses tg 24 Juni 2011.
- Pujilestari, T. 2008. Rekayasa Produk Cuka Kayu Untuk Pengurangan Bau, Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian.
- Pujilestari, T. 2010. Sifat Fisiko Kimia Asap Cair dari Limbah Kelapa Sawit, Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda, Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri, Kementerian Perindustrian.
- Rahmi N, Pujilestari T. 2008. Aktivitas Antibakteri dari Cuka Kayu Pohon Akasia (accacia mangium), Karet (Hevea brasiliensis) dan Galam (Melaleuca cajuput), Warta Balai Industri Banjarbaru, Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru.
- Soemanto IK. 1998. Puslitang Kimia Terapan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung.

- Sugihartono. 2004. Pengaruh Tiga Jenis dan Diameter Kayu Hutan Mangrove terhadap Komposisi Cuka Kayu. Program Pasca Sarjana, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Susilo A. 2010. Dampak Usaha Peternakan Ayam Broiler. <http://uwityangyoyo.wordpress.com/2010>. Akses 24 Juni 2011.
- Suwardi. 2009. Pemanfaatan Mineral Zeolit di Bidang Pertanian dan Lingkungan, Staf Pengajar Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Trenggono, Suhardi, Setiaji B. 1997. Produksi Asap Cair dan Penggunaannya pada Pengolahan beberapa bahan Makanan Khas Indonesia, Riset Unggulan Terpadu, Kantor Menteri Riset dan Teknologi, Proyek Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Yogyakarta.
- Zainudin, D, K, Dwiyanto, Suharto. 1994. Penggunaan Probiotik Starbio (Mikroba Starter) dalam Ransum Ayam Pedaging terhadap Produktivitas, Nilai, Ekonomis (IOFC) dan Kadar Amonia Lingkungan Kandang. Sub Balai Penelitian Ternak Klepu, Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian