

POTENSI DAN PENINGKATAN KUALITAS NUTRISI BUAH TOMAT (*Lycopersicon esculentum*) AFKIR SEBAGAI PAKAN TERNAK UNGGAS

U. F. HANDAYANI¹, M. E. MAHATA², Y. RIZAL², I. SULIANSYAH³, DAN WIZNA²

¹Mahasiswa Pascasarjana Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, Indonesia, 25163

²Dosen Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, Indonesia, 25163

³Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, Indonesia, 25163

E-Mail: ulvifitrihandayani@yahoo.com

ABSTRACT

One of the important things in determining the quality of livestock products is feed ingredients. The quality of Poultry products will be influenced by the nutrient intake provided. Tomato reject is one of the special ingredients of a feed because it contains high lycopene. Lycopene is well known as an antioxidant, also it can lower cholesterol content. However, lycopene still in the matrix of tomato tissue and trans-form lycopene what difficult to digest and absorb in the body. So, in this paper presents the extent to which the development of research utilization of tomatoes high lycopene as poultry feed. As well as opening more widely how to increase the value of lycopene tomatoes in poultry products.

Keywords: feed ingredients, lycopene, tomatoes, and poultry.

PENDAHULUAN

Bahan pakan merupakan hal yang penting dalam dunia perunggasan. Pakan yang berkualitas akan menghasilkan produk yang berkualitas. Beberapa dekade ini pencarian bahan pakan yang juga memiliki kandungan lain yang dapat meningkatkan kualitas produk ternak sangat diminati untuk dijadikan topik penelitian. Salah satunya adalah bahan pakan yang juga mengandung zat-zat fitokimia sebagai pengganti antioksidan, antibiotik dan penurun kolesterol. Salah satu zat fitokimia yang dihasilkan oleh buah buahan yang berwarna merah dan dapat berfungsi sebagai antioksidan, anti kanker dan penurun kolesterol adalah likopen (Rao, *et al.*, 2006; Chauhan,*et al.*, 2011;Palozza, *et al.*,2012).

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) adalah salah satu produk pertanian yang hasilnya melimpah di Indonesia. Selain melimpah produksi tomat di Indonesia juga sering kali melebihi kebutuhan pasarnya. Pada Out lock komoditi tomat, 2014 yang diterbitkan Kementerian Pertanian menunjukkan produksi tomat selalu mengalami peningkatan sejak tahun 1990.

Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Kementerian Perdagangan Srie Agustina menyatakan hampir setiap tahun Indonesia surplus produksi tomat kurang lebih 396 ribu-400 ribu ton (Jannah, 2015; Novita, 2015).

Pengamatan di berbagai media dan juga di lapangan didapatkan musim panen tertentu produksi tomat melimpah (*over production*) dan harga tomat sangat rendah. Kondisi ini membuat petani merugi dan akibatnya banyak petani yang tidak memanen tomatnya. Tomat dibiarkan dipohon karena biaya pemanenan lebih mahal daripada harga jualnya. Sehingga banyak yang tidak termanfaatkan, padahal tomat memiliki kandungan likopen yang tinggi.

Analisis proksimat kandungan gizi limbah tomat adalah : 10,73% protein; 2,81% lemak kasar, 0,19% Ca; 0,28% P; 25,19% serat kasar; 1013.14 kkal/kg energi metabolisme, dan 557,37 ppm likopen (Mahata *et al.*, 2016). Clinton (1998) menyebutkan 60-64% dari total karoten dalam tomat merupakan likopen; Shi, *et al.* (1999) melaporkan 83% dari total karoten yang terkandung. Oleh karena itu, tomat

dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif ternak unggas yang memiliki likopen yang tinggi.

Likopen merupakan pigmen alami yang dapat disintesis oleh tanaman dan mikroorganisme seperti fungi, bakteri, dan alga (Shi and Maguer, 2000). Likopen pada tanaman banyak ditemukan pada buah-buahan dan sayuran berwarna merah seperti tomat, semangka, anggur, jambu biji dan aprikot, sedangkan hewan dan manusia tidak dapat mensintesis likopen tetapi sangat dibutuhkan tubuh sehingga perlu diberikan dalam bahan pakan yang dikonsumsinya (Tapiero *et al.*, 2004; Omoni and Aluko 2005; Olson, *et al.*, 2008).

Secara biologis likopen memiliki berbagai fungsi dalam tubuh diantaranya, likopen berfungsi sebagai zat antioksidan yang tinggi untuk mencegah reaksi oksidatif di dalam sel (Young and Lowe, 2001; Stahl and Sies, 2003; Tapiero *et al.*, 2004). Likopen juga dikenal mempunyai kemampuan menurunkan kolesterol (Fuhramn *et al.*, 1997; Rao, *et al.*, 2006; Palozza, *et al.*, 2012). Artikel ini akan berfokus pada potensi buah tomat afkir sebagai bahan pakan dan meningkatkan kualitas likopen buah tomat afkir. Sehingga keuntungan dari kandungan likopen yang melimpah dalam buah tomat dapat dimaksimalkan manfaatnya.

KETERSEDIAAN LIMBAH TOMAT UTUH SEBAGAI PAKAN DI INDONESIA.

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) merupakan salah satu produk pertanian yang hasilnya melimpah di Indonesia. Ahli-ahli botani mengklasifikasikan tanaman tomat secara sistemik (Steenis, 1997; Tugiyono, 2005).

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae (berkeping dua)
Ordo : Tubiflorae
Famili : Solanaceae (berbunga seperti terompet)

Genus : Solanum (*Lycopersicum*)
Species : *Lycopersicum esculentum* Mill

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) produktifitas tomat dari tahun 2011 sampai 2015 selalu di atas 15 ton per hektarnya dengan produksi di atas 900 ribu ton per tahun. Produksi tomat di Indonesia sangat melimpah dan meningkat dari tahun ke tahun. Dari tahun 1990 hingga 2014 menunjukkan grafik produksi yang semakin meningkat yaitu dari 300 ribu ton setahun hingga 1 juta ton setahun. Melimpahnya produksi tomat di Indonesia juga sering kali melebihi kebutuhan pasarnya.

Indonesia merupakan negara yang memiliki produksi tomat terbanyak dibandingkan negara-negara ASEAN. Indonesia yang tersebar dari sabang sampai Merauke ini memiliki daerah yang tinggi produksi tomat. Berbagai daerah sentra produksi tomat di Indonesia seperti di Jawa barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatera Utara dan Sumatera Barat. Pada kondisi tertentu seperti saat over produksi, harga tomat rendah dan tomat saat pemanenan ke 7-8 banyak ditemukan tomat yang tidak dipanen atau menjadi limbah karena tidak terjual seperti Gambar 1. Maka sangat memungkinkan menggunakan buah tomat kondisi tersebut untuk dijadikan pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik.



Gambar 1. Tomat dibuang di selokan di sentra produksi tomat Garut Jawa Barat (sumber: Agustinus, M, 2015).

KANDUNGAN NUTRISI LIMBAH TOMAT.

Tomat (*Lycopersicum esculentum*) adalah tumbuhan dari keluarga *Solanaceae*, tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan dari Meksiko sampai Peru. Beberapa jenis tomat yang banyak di tanam di Indonesia diantaranya tomat cerry, apel, kriting dan tomat recento.

Salah satu syarat suatu bahan dapat dijadikan sebagai bahan pakan adalah memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak. Telah banyak penelitian penggunaan limbah tomat sebagai bahan pakan di berbagai negara. Kandungan nutrisi berbagai limbah tomat dapat di lihat pada tabel berikut.

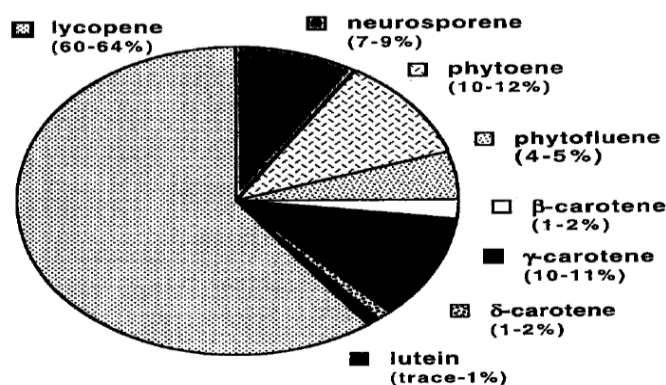
Tabel 1. Kandungan nutrisi berbagai jenis limbah tomat.

| Jenis limbah tomat | Kandungan nutrisi | | | | | | | Sumber |
|----------------------------|-------------------|--------|--------|-----------------|--------|-------|------------|------------------------------------|
| | PK | SK | LK | ME | Ca | P | Likopen | |
| Tomat utuh | 10,73% | 25,19% | 2,18% | 1014,14 kkal/kg | 0,19 % | 0,28% | 557,37 ppm | Mahata, <i>et al.</i> , 2016 |
| Tomat utuh | 16,73% | 30,94% | 1,53% | 2416 kkal/kg | 0,98% | 1,2% | - | Timbuleng <i>et al</i> , 2015 |
| Tomato pulp | 20,7% | 35,00% | 7,30% | 1760 kkal/kg | 5% | 4,5% | - | Jafari <i>et al</i> , 2006 |
| Tomato pulp | 19,17% | 36,16% | 10,3% | - | 1,1% | 0,21% | - | Jouzi <i>et al</i> , 2015 |
| Tomat waste | 17,56% | 49,53% | 9,59% | - | - | - | - | Alvarado <i>et al</i> , 2001 |
| Tomat waste | 21,22% | 43,15% | 14,42% | - | 0,51% | 0,61% | 350 ppm | Habanabashaka, <i>et al</i> , 2014 |
| Tomato pomace ² | 19,68% | 29,79% | 8,1% | 1730 kkal/kg | 0,42% | 0,31% | - | Safamehr, <i>et al</i> , 2011 |
| Limbah tomat kaleng | 18,80% | 31,00% | 12,2% | 1760 kkal/kg | 0,41% | 0,54% | - | Squires, <i>et al</i> , 1992 |

Keterangan: tomat utuh: limbah tomat belum diolah yang masih utuh dan tidak termanfaatkan; tomat waste¹: limbah tomat dari industri dan hotel(daging dan kulit);tomato pomace: limbah tomat kaleng yang terdiri dari daging, kulit, dan pulp; tomat waste²: by-product dari pemrosesan tomat yang terdiri dari kulit, biji, bibit, cairan, dan tomat sortiran yang berwarna hijau; tomato pulp: limbah tomat dari industri jus tomat.

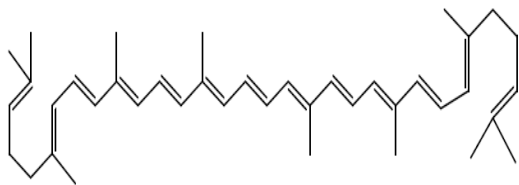
Salah satu keunggulan buah tomat adanya kandungan likopen yang tinggi. Kandungan likopen dari total karoten dalam tomat sebanyak 60-64% (Clinton,

1998) atau 83% (Shi, *et al.*, 1999). Perbandingan kandungan karoten pada tomat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kandungan karoten pada tomat (Sumber : Clinton, 1998).

Fungsi likopen sama seperti karotenoid pada tumbuhan yaitu membantu proses fisiologi tumbuhan, pertumbuhan tanaman, perkembangan dan stimulus terhadap lingkungan (Liu *et al.*, 2015). Shi *et al.* (1999) menambahkan likopen mampu menangkap singlet oksigen dua kali lipat dari β karoten atau 10 kali lipat dari α tokoferol. Hal itu disebabkan struktur likopen yang terdiri dari rantai poliena tetraterpen hidrokarbon dengan 11 ikatan rangkap terkonjugasi (Gambar 3).



Gambar 3. Struktur Likopen (Sumber: Chauhan, *et al.*, 2011)

KEISTIMEWAAN LIKOPEN PADA TOMAT.

Likopen merupakan salah satu senyawa karoten pada tumbuhan. Salah satu fungsi likopen adalah membantu fotosintesis, terutama membantu penyerapan cahaya dan melindungi agen-agen yang menghambat fotosintesis (Demmig-Adams *et al.*, 1996). Likopen telah banyak dilaporkan memiliki manfaat bagi manusia seperti untuk anti kanker, antioksidan, pencegah penyakit kardiovaskuler, osteoporosis dan penyakit tulang lainnya, hipertensi, neuro degeneratif, meningkatkan fertilitas (Rao, *et al.*, 2006 dan Ajmera, 2006) dan mempengaruhi metabolisme kolesterol (Palozza, *et al.*, 2012).

Berbagai hasil penelitian likopen mempunyai banyak fungsi biologis dalam tubuh hewan ataupun manusia. Likopen berfungsi sebagai zat antioksidan yang tinggi, untuk mencegah reaksi oksidatif di dalam sel (Young and Lowe, 2001; Stahl and Sies, 2003; Tapiero *et al.*, 2004). Likopen dapat memperbaiki *Gap-Junction*

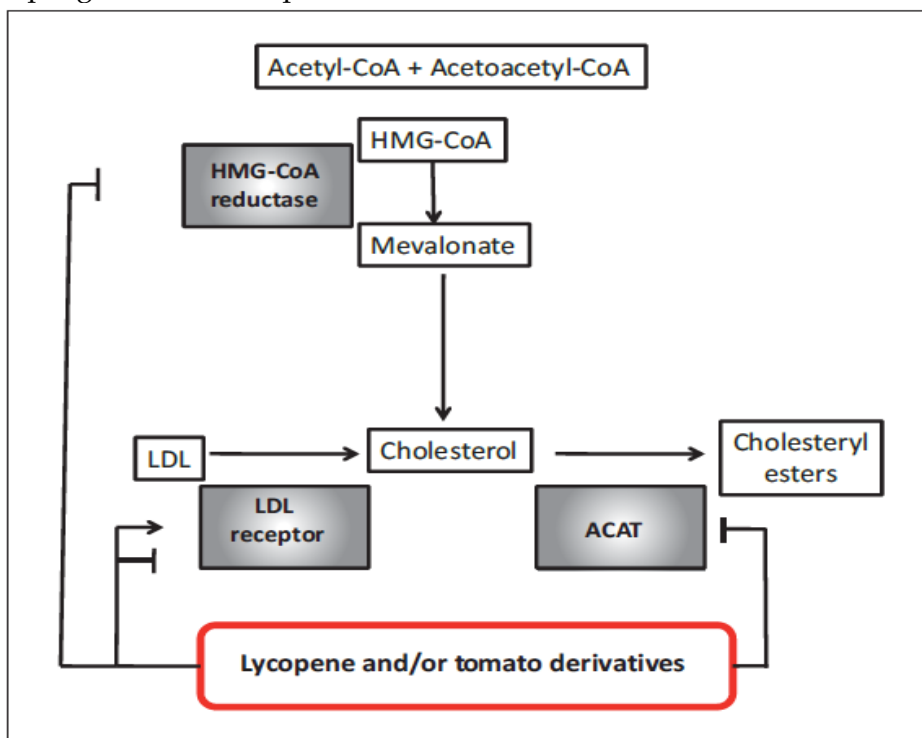
Communication pada sel saraf yaitu mempercepat sampainya impuls syaraf dari sel saraf satu ke sel syaraf lainnya (Aust *et al.*, 2003; Tapiero *et al.*, 2004; Omoni and Aluko, 2005). Likopen dapat mencegah berbagai penyakit kronis seperti kanker prostat (Giovannuci *et al.*, 1999), kanker kolon (Arab, *et al.*, 2002), diabetes tipe 2 (Wang, *et al.*, 2006), penyempitan pembuluh darah (Sesso, *et al.*, 2003) serta dapat memelihara kesehatan kulit (Stalh, *et al.*, 2001) dan meningkatkan fertilitas (Gupta and Kumar, 2002). Likopen juga dikenal mempunyai kemampuan menurunkan kolesterol (Fuhramn *et al.*, 1997; Rao, *et al.*, 2006; Palozza, *et al.*, 2012).

Penggunaan likopen untuk ternak telah dilaporkan beberapa peneliti. Sun *et al.* (2014) melaporkan pemberian likopen pada ransum induk ayam petelur (*parent stok*) dapat meningkatkan fertilitas dan kapasitas antioksidan pada serum darahnya. Hsu, *et al.* (2015) melakukan penelitian dengan memberikan likopen yang di produksi oleh bakteri *E. Coli* nyata menurunkan total trigliserida dalam kuning telur burung puyuh.

Mekanisme penghambatan sintesis kolesterol oleh likopen adalah dengan menghambat aktivitas enzim HMG-CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A) (Fuhramn *et al.*, 1997; Palozza, *et al.*, 2012). Lebih lanjut lagi Palozza, *et al.* (2012) penghambatan kolesterol intraseluler oleh likopen dalam sintesis kolesterol melalui penghambatan aktivitas HMG-CoA reduktase, meningkatkan aktifitas reseptor LDL dan menghambat aktivitas Kolesterol Acil tranferase (ACAT). Aktifitas HMG-CoA reduktase ini dapat menghambat sintesis kolesterol karena menghambat terbentuknya mevalonat sebagai dasar pembentukan kolesterol. Meningkatnya aktifitas reseptor LDL akan menyebabkan meningkatnya perombakan LDL yang menyebabkan turunnya jumlah LDL dalam darah. Penghambatan aktifitas ACAT akan membuat menurunnya

penyimpanan kolesterol dalam bentuk kolesterol ester dalam jaringan. Mekanisme penghambatan likopen dalam

penurun kolesterol dapat di rangkum pada Gambar 4.



Gambar 4. Mekanisme penurunan secara intraseluler kolesterol oleh likopen (Sumber: Palozza, *et al.*, 2012).

PENGGUNAAN LIMBAH TOMAT SEBAGAI PAKAN TERNAK UNGGAS.

Kandungan nutrisi yang sangat baik dan tingginya kandungan likopen dalam tomat dan produk sampingnya maka telah banyak di temukan penggunaan berbagai

jenis limbah tomat di berbagai negara untuk di jadikan pakan. Berbagai jenis limbah dari industri tomat hingga penggunaan tomat utuh telah banyak dilakukan. Berikut perkembangan penelitian limbah tomat untuk ternak unggas dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian penggunaan limbah tomat sebagai pakan ternak unggas

| Sumber literatur/negara | Jenis Limbah Tomat | Ternak Percobaan | Dosis | Hasil |
|--|---------------------|------------------|-------|---|
| Squires <i>et. al</i> (1992) / Inggris | Limbah tomat kaleng | Broiler | 20% | Pemberian limbat tomat kaleng dengan perlakuan autoclave, asam dan alkali dapat menurunkan <i>Feed Consumption Rate</i> (FCR) pada ayam broiler dibandingkan dengan tidak diberikan perlakuan |
| Dotas, <i>et. al</i> (1999) / Florida AS | Pulp | Layer | 12% | Perlakuan tidak mempengaruhi terhadap produksi telur, efisiensi ransum, konsumsi ransum, berat telur dan ketebalan kerabang, tetapi meningkatkan warna kuning telur. |

| | | | | |
|---|------------------|---------|-----|---|
| Persia, <i>et. al.</i> , (2003) / Amerika Serikat | Biji tomat | Broiler | 15% | Dari hasil percobaannya didapatkan lebih 15% dapat menggantikan bubuk jagung dan kedelai tanpa berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan, konsumsi, FCR pada broiler. Limbah biji tomat ini tidak mempengaruhi perubahan warna pada shank broiler. |
| King, <i>et. al.</i> , (2004) / California AS | Pomace | Broiler | 5% | Pemberian sebanyak 5% tanpa menurunkan produksinya. |
| Nikolakakis, <i>et. al.</i> , (2004) / - | Pulp | Puyuh | 10% | Hasil yang didapatkan adalah tidak mempengaruhi terhadap performa (BBT, konsumsi ransum, dan FCR); tidak mempengaruhi bobot karkas, persentase karkas, panjang dan berat saluran cerna; tidak mempengaruhi kadar air, protein kasar dan abu karkas tetapi menurunkan kandungan lemak karkas pada perlakuan yang diberikan DTP; menurunkan warna karkas yang diberi DTP; dan tidak berpengaruh pada kandungan asam lemak karkas. |
| Botsoglou, <i>et al.</i> , (2004) / Nedherland AS | Pulp | Puyuh | 10% | Hasil yang didapatkan adalah dengan pemberian DTP pada level 10% menghasilkan total asam lemak tak jenuh pada daging paling tinggi dari semua perlakuan, dan total MDA dalam daging tidak berbeda nyata setelah dilakukan penyimpanan |
| Jafari <i>et al.</i> , (2006)/ Iran | Pulp | Layer | 15% | Pemberian bubuk tomat pulp pada ayam petelur pada umur 27–38 minggu sampai 100 kg/ton dapat meningkatkan produksi telur, dan masa telur, sebanyak 2,7 dan 4,1% tetapi pemberian 150 kg/ton dapat menurunkan produksi produksi dan masa telur sebanyak 3,6 dan 3,0%. |
| Nobakht and Safamehr (2007)/ Iran | Pomace | Layer | 10% | Pemberian bubuk tomat (<i>Dry Tomato Pomace</i>) pada ayam petelur pada umur 65–78 minggu sebanyak 10% dapat meningkatkan produksi telur tetapi tidak berpengaruh pada kadar kolesterol pada serum dan kuning telurnya. |
| B. Mansoori, <i>et al.</i> , (2008) / Iran | Pomace | Layer | 10% | Pemberian DTP (<i>Dry Tomato Pomace</i>) sampai 100 g/kg sebagai pengganti gandum tidak berpengaruh terhadap performa dan kualitas telur tapi berkontribusi terhadap warna telur. |
| Sahin, <i>et al.</i> , (2008) / Turki | Bubuk tomat utuh | Puyuh | 5% | Didapatkan hasil bahwa suplementasi bubuk tomat dapat meningkatkan konsumsi, pertambahan bobot badan dan konversi ransum di bawah tekanan stres panas, tetapi masih di bawah pada perlakuan |

| | | | | |
|---|---------------------------|-------------------------------|-----|--|
| | | | | termoneutral. Stres panas diindikasikan dengan nyata terjadinya peningkatan malondialdehyde dan menurunnya konsentrasi vitamin dalam serum, hati dan otot. Pada ternak yang diberi suplementasi bubuk tomat baik yang diberi heat stress ataupun tidak menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi likopen, vitamin C, E, dan A dalam serum dan menurunnya malondialdehyde dalam serum. |
| Rahmatnejad <i>et al.</i> ,(2009)/ Iran | Pomace | Broiler | 24% | Pemberian DTP (<i>Dry Tomato Pomace</i>) hingga level 24% dapat menurunkan kolesterol, LDL dan VLDL serta meningkatkan trigliserida dan HDL dalam serum darah broiler. |
| Calislar and Uygur, (2010)/ Turki | Pulp | Layer | 20% | Penggunaan bubuk tomat kering (pulp) sebesar 20% dapat digunakan untuk pakan ayam petelur dan mempunyai efek yang signifikan terhadap kualitas internal dan eksternal telur. |
| Lira, <i>et al.</i> ,(2010)/ Brazil | Limbah tomat industri | Broiler | 20% | Hasil yang didapat adalah selama periode 1-28 hari menurunkan BBT dan konversi ransum, dan periode 29--42 hari pemberian ningga 20 % tidak mempengaruhi bobot badan dan konversi ransumnya. |
| Melkamu, <i>et al.</i> ,(2011)/ Ethiopia | Pomace | Layer strain Rhode Island Red | 15% | Hasil yang didapatkan adalah pemberian DPT yang disubstitusi dalam ransum komersial tidak mempengaruhi performa dan dapat meningkatkan efisiensi secara ekonomi. |
| Safamehr, <i>et al.</i> ,(2011)/ Iran | Pomace dengan multi enzim | Layer | 12% | Pemberian bubuk tomat (dry tomato pomace) dengan dan tanpa kombinasi multi enzim yang diberikan hingga level 12% dapat meningkatkan performa (bobot telur, massa telur, produksi telur, konsumsi ransum dan efisiensi), tidak mempengaruhi kualitas telur dan kolesterol dalam serum. semuanya tidak berbeda pada perlakuan yang diberi enzim dan tidak diberi enzim pada ayam petelur. |
| Salajegheh, <i>et al.</i> ,(2012)/ Iran | Pomace | Layer | 19% | Hasil yang mereka dapat adalah perlakuan yang mereka lakukan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bobot badan, konsumsi, produksi telur, FCR, berat telur, masa telur, bobot kulit telur, ketebalan kulit telur dan HU telur. Warna kuning telur meningkat seiring dengan dosis DTP yang di berikan. Total protein, trigliserida, kolesterol, albumin, glukosa, LDL dan HDL tidak berpengaruh dengan penambahan DTP. |

| | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------|-----|--|
| Vasupen, <i>et al.</i> ,(2012)/ Thailand | Pomace dengan enzim fiboilitik | Layer | 10% | Hasilnya adalah perlakuan yang diberikan tidak mempengaruhi performa, produksi telur, bobot telur dan kualitasnya. Pemberian enzim dapat meningkatkan warna kuning telur dibandingkan yang tidak diberi enzim. |
| Selcuki, <i>et al.</i> ,(2013)/ Turki | Pulp | Parent stock broiler | 5% | Hasil yang didapatkan adalah perlakuan dapat menurunkan malonaldehide (MDA); meningkatkan kosentrasi semen; menurunkan persentase total abnormalitas sperma; serta meningkatkan motility sperma. |
| Yitbarek, <i>et al.</i> ,(2013)/ Ethiopia | Pomace | Layer strain RIR | 20% | Hasil yang diperolehnya adalah pemberian DTP meningkatkan konsumsi bahan kering dibandingkan kontrol; tidak mempengaruhi bobot badan dan FCR; tetapi dapat mengurangi biaya pakan sehingga meningkatkan efisiensi secara ekonomi. |
| Jalalinasab. <i>et al.</i> , (2014)/ Iran | Pomace | Layer | 16% | Pemberian TWM (<i>Tomato Waste Meal</i>) setelah dilakukan pemrosesan dengan perendaman dalam larutan asam dan basa hingga level 16% tidak berpengaruh terhadap performa, kualitas telur, kolesterol, albumin, total protein dan glukosa dalam serum darah pada semua perlakuan. Tetapi pada perlakuan yang direndam dalam basa terjadi peningkatan heteropil dan penurunan limposit |
| Habanabasha ka <i>et al.</i> , (2014)/ Iran | Limbah (kulit, biji, pulp) | Layer | 9% | Pemberian TWM (<i>Tomato Waste Meal</i>) hingga 6% dalam ransum dapat digunakan tanpa berpengaruh terhadap produksi telur dan kualitasnya. Pada level ini juga dapat meningkatkan warna kuning telur, menurunkan kolesterol kuning telur dan meningkatkan konsentrasi likopen dalam kuning telur. Pemberian pada level 9% menurunkan produksi telur dan meningkatkan FCR. |
| Leke, J. R., <i>et al.</i> ,(2015) /Indonesia | Tomat utuh | Layer | 8% | Bubuk tomat (<i>Tomato Waste Meal</i>) dapat digunakan sebagai alternatif pakan pada ayam petelur yang disubstitusi dalam ransum sampai level 8% tidak berpengaruh negatif pada kualitas telur. |
| Timbuleng, <i>et al.</i> , (2015)/ Indonesia | Tomat utuh | Layer | 8% | Penambahan bubuk tomat dalam pakan sebanyak 8% memberikan respon yang baik terhadap index kuning telur, haugh unit, dan warna kuning telur ayam petelur. |
| Jouzi, <i>et al.</i> , (2015)/ Iran | Pulp | Puyuh | 8% | Hasil yang diperoleh adalah pemberian hingga 4% tidak berpengaruh terhadap BBT dan konsumsi ransum, tetapi pemberian 6-8% menurunkan BBT dan konsumsi ransum, dan tidak mempengaruhi parameter |

Mahata *et al.*, (2016) Tomat utuh Broiler 7%

darah (total trigliserida, kolesterol, protein, Cu, Zn dan Fe)

Pemberian bubuk tomat (*Lycopersicon Esculentum*) afkir sebanyak 7% dengan kombinasi 75% TT dan 25% TTR dalam ransum dapat mempertahankan konsumsi ransum, dan pertambahan berat badan ayam broiler.

Pemanfaatan limbah hasil pengolahan tomat seperti limbah pembuatan saus, jus dan pasta telah banyak dilakukan oleh peneliti. Tanpa pengolahan sebagai pakan pada ayam petelur belum banyak menunjukkan aktifitasnya sebagai penurun kolesterol yang diberikan hingga 15% (Jafari, *et al.*, 2006), 10% (Nobakhat and Safamehr, 2007), 12% (Safamehr, *et al.*, 2011), 9% (Habanabashaka, *et al.*, 2014), 8% (Leke, *et al.*, 2015) bahkan menurunkan produksi telur (Jafari, *et al.*, 2006; Habanabashaka, *et al.*, 2014), hal ini diduga karena ketersediaan likopen pada tomat rendah yang disebabkan likopen pada tomat masih terjebak di dalam matriks jaringan kulit tomat dan struktur likopen dalam bentuk trans yang sulit diserap (Boileau, *et al.*, 1999; Shi and Maguer, 2000; Svelander, 2011; Knockaert, *et al.*, 2012).

Jalalinasab, *et al.* (2014) melakukan pengolahan limbah tomat dari pembuatan saus tomat menggunakan larutan asam (HCl) dan basa (NaOH) pada ayam petelur diberikan hingga 16% pada masing-masing perlakuan dan hasilnya tidak mempengaruhi performa ayam petelur, kualitas telur dan kualitas darahnya. Dilaporkan juga bahwa terjadi penurunan persentase heterofil dan meningkatkan limfosit, yang menandakan peningkatan sistem imunitas tubuh ternak. Hal ini juga kemungkinan berhubungan dengan meningkatnya penyerapan likopen pada tubuh ternak sehingga fungsi likopen sebagai agen pemacu kekebalan tubuh bekerja dengan baik.

METODE PENGOLAHAN TOMAT UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS LIKOPEN.

Bioavailabilitas didefinisikan sebagai fraksi nutrisi yang dapat dicerna dan tersedia untuk tubuh melalui penyerapan untuk pemanfaatan dalam fungsi fisiologis normal dan proses metabolisme (Macrae *et al.*, 1993; Jackson, 1997). Penyerapan likopen dari bahan pakan dapat ditingkatkan oleh beberapa faktor yaitu memutuskan matrik jaringan yang membawa likopen, memberikan panas selama pemrosesan, hadirnya lipid, atau komponen karoten lain yang larut dengan lemak (Clydesdale, 1993). Absorpsi likopen sama dengan absorpsi lipid. Likopen dan karotenoid yang lain ditransportasi dari mukosa usus melalui sistem limpatik (Palozza, *et al.*, 2012).

Borel (2003) menyatakan zat makanan mikronutrien yang larut dalam lemak antaranya vitamin yang larut dalam lemak (A, E, D dan K) dan fitokimia, karotenoid dan pitosterol. Namun, pencernaan tergantung pada masing-masing jenis bahan tersebut. Colle, *et al.* (2010) menambahkan nilai gizi bahan pangan tidak hanya ditentukan oleh jumlah kandungan, tetapi juga oleh *bioaccessibility* nutrisi. Hal ini di buktikan oleh penelitian Dewanto *et al.* (2002) bahwa pengolahan panas meningkatkan aktivitas total antioksidan dan ketersediaan likopen dalam tomat dan tidak menghasilkan perubahan yang signifikan dalam total fenolat dan jumlah konten flavonoid, meskipun hilangnya vitamin C diamati. Tomat mentah memiliki 0,76 IMOL vitamin C/g tomat. Setelah 2, 15, dan 30

menit dari pemanasan pada 88°C, kandungan vitamin C secara signifikan turun ke 0,68; 0,64; dan 0,54 IMOL vitamin C/g tomat, masing-masing ($p < 0,01$). Tomat mentah memiliki 2,01 mg trans-likopen /g tomat. Setelah 2, 15, dan 30 menit dari pemanasan pada 88°C, trans-lycopenetelah meningkat menjadi 3,11, 5,45, dan 5,32 mg trans-likopen/g tomat ($p < 0,01$).

Boileau *et al.* (1999) melaporkan cis-likopen lebih mudah dicerna daripada trans-likopen. Likopen dapat mengalami isomerisasi dari trans ke cis karena cahaya, energi panas dan reaksi kimia (Shi *et al.*, 1999; Tapiero, *et al.*, 2004; Goula, *et al.*, 2006). Likopen stabil terhadap panas selama pemrosesan dan penyimpanan (Clinton, *et al.*, 1998).

Metode-metode pengolahan tomat telah banyak dilakukan untuk meningkatkan kandungan likopen. Thompson *et al.* (2000) melaporkan pengolahan tomat melalui perebusan tomat pada air mendidih suhu 100°C selama 8 menit dapat meningkatkan kandungan likopen terbaik. Sahlin, *et al.* (2004) melakukan pengolahan melalui penggorengan selama 4 menit pada minyak zaitun, pembakaran selama 18 menit dan perendaman pada asam cuka selama 20 menit suhu 20°C. Papaioannou *et al.* (2012) juga melakukan usaha peningkatan likopen dengan pemberian enzim Citrozym®. Stahl and Sies (1992) melaporkan perebusan dengan penambahan 1% minyak jagung pada jus tomat dapat meningkatkan kadar likopen pada serum darah manusia.

Penelitian Fielding *et al* (2005) memberikan 470 g tomat yang dimasak dengan minyak zaitun sebanyak 25 ml yang diberikan selama 5 hari pada objek. Hasil yang didapat adalah secara nyata meningkatkan 82% trans likopen dan 40% cis likopen dalam serum darah. Sehingga pada penelitian ini memperlihatkan bahwa dengan penambahan minyak membantu penyerapan likopen karena

membantu ekstrasi likopen dalam fase lipofilik. Hengan hadirnya lipid/minyak ini membantu menstimulus kelenjar pankreas untuk mensekresikan asam empedu untuk membentuk misel, misel ini akan terbentuk apabila lipid tersedia secara cukup dalam saluran cerna. Selain itu dengan pemanasan ini menyebabkan putusnya sel jaringan kulit untuk melepaskan likopen, sehingga likopen lebih tersedia. Mahata, *et al.* (2016) melakukan pengolahan tomat dengan perebusan selama 8 menit dapat meningkatkan kandungan likopen dan menurunkan kolesterol pada karkas broiler.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk meningkatkan ketersediaan likopen maka hal yang dibutuhkan adalah bagaimana cara melepaskan likopen dari matrik jaringan tomat. Lalu kemudian meningkatkan penyerapan dengan memperbanyak kandungan cis likopen serta memberikan bahan yang dapat meningkatkan penyerapan seperti lipid.

KESIMPULAN

Tomat merupakan produk pertanian yang melimpah di Indonesia. Tomat juga belum banyak dimanfaatkan terutama pada buah tomat yang afkir. Buah tomat afkir memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik untuk dijadikan sumber bahan pakan dan mengandung likopen tinggi. Likopen merupakan senyawa karotenoid yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produk ternak dan sebagai sumber antioksidan yang tinggi. Likopen pada tomat masih sulit dicerna dan diserap. Oleh karenanya pengolahan seperti pemberian panas atau pemasakan serta penambahan lipid sangat baik dilakukan sebelum diberikan kepada ternak unggas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, S. and Rao, A. V. 1998. Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation: a human dietary intervention study. *Lipids*, 33, 981-984.
- Agustinus, M. 2015. Produksi Tomat RI surplus 400 ribu ton tiap Tahun. Dipublikasikan Senin 17 Aug 2015. <https://finance.detik.com/ekonomi-bisnis/2993802/produksi-tomat-ri-surplus-400-ribu-ton-tiap-tahun>.
- Ajmera. S. 2006. The Effects of Different Cooking Times and Temperatures on Tomato Sauce Lycopene Content. Thesis. Bowling Green State University.
- Alvarado A., Pacheco-Delahaye E. and Hevia P. (2001). Value of a tomato by-product as a source of dietary fiber in rat. *Plant Foods Hum. Nutr.* 56, 335-348.
- Arab L, Steck-Scott S, and Fleishauer AT. 2002. Lycopene and the lung. *Exp Biol Med* 227: 894-99.
- Aust O, N. Ale-Agha, L. Zhang, H. Wollersen, H. Sies, and W. Stahl. 2003. Lycopene oxidation product enhances gap junctional communication. *Food and Chemical*
- B. Mansoori, Modirsanei, M. and Kiaei, M. M. 2008. Influence of Dried Tomato Pomace as an Alternative to Wheat Bran in Maize or Wheat Based Diets, on the Performance of Laying Hens and Traits of Produced Eggs. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, 9(4):25.
- Boileau, A. C., Merchen, N. R., Wasson, K., Atkinson, C. A., and Erdman, J. W. 1999. Cis-lycopene is more bioavailable than translycopene in vitro and in vivo in lymph-cannulated ferrets. *J. Nut.*, 129, 1176-1181.
- Borel, Patrick. 2003. Factors Affecting Intestinal Absorption of Highly Lipophilic Food Microconstituents (Fat-Soluble Vitamins, Carotenoids and Phytosterols). *Clin Chem Lab Med* 2003; 41(8):979-994.
- Botsoglou, N, G. Papageorgiou, I. Nikolakakis, P. F. Paneri, I. Giannenas, V. Dotas, and E. Sinapis. 2004. Effect of Dietary Dried Tomato Pulp on Oxidative Stability of Japanese Quail Meat. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52, 2982-2988.
- Calislar. S and G. Uygur. 2010. Effect of Dry Tomato Pulp on Yolk Pigmentation and Some Egg Yield Characteristics of Laying Hens. *Journal of Animal and Veterinary Advance* 9 (1): 96-89.
- Chauhan. K, S. Sharma, N. Agarwal, and B. Chauhan. 2011. Lycopene of Tomato Fame: Its Role in Health and Disease. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research.* 10(1):Article-018.
- Clinton. S. K. 1998. Lycopene: Chemistry, Biology, and Implications for Human Health and Disease. *J. Nutrition Reviews*, 56(2): 35-51.
- Clydesdale, F. M. 1993. Color as a factor in food choice. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 33(1), 83-101.
- Colle. I., L. Lemmens, S.V. Buggenhout, A.V. Loey, and M. Hendrickx. 2010. Effect of thermal Processing on the Degradation, Isomerization, and Bioaccessibility of Lycopene in Tomato Pulp. *Journal of Food Science* Vol. 75, Nr. 9, 2010. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01862.x.
- Demmig-Adams, B., W.W. Adams, D. H. Barker, B. A. Logan, D. R. Bowling, A. S. Verhoeven. 1996. Using Chlorophyll Fluorescence to Assess the Fraction of Absorbed Light Allocated to Thermal Dissipation of Excess Excitation. *An International Journal for Plant Biology.* Volume 98, Issue 2 October 1996 Pages 253-264. DOI: 10.1034/j.1399-3054.1996.980206.x
- Dewanto. V, X. Wu, K.K. Adom, and R. H. Liu. 2002. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 3010-3014. DOI: 10.1021/jf0115589

- Dotas. D, S. Zamanidis, and J. Balios. 1999. Effect of dried tomato pulp on the performance and egg traits of laying hens. *British Poultry Science* (1999) 40: 695-697.
- Fielding. J.M, K.G. Rowley, P. Cooper, and K. O'Dea. 2005. Increases in Plasma Lycopene Concentration After Consumption of Tomatoes Cooked With Olive Oil. *Asia Pac J Clin Nutr* 2005 14 (2):131-136.
- Fuhramn, B., Elis, A., and Aviram, M. 1997. Hypocholesterolemic Effect of lycopene and b-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophage. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 233, 658-662.
- Giovannucci, E., 1999. Tomatoes, Tomato-based Products, Lycopene, and Cancer: Review of the Epidemiologic Literature. *J. Natl. Cancer Inst.* 91:317-331.
- Goula AM, Adamopoulos KG, Chatzitakis PC, Nikas VA. 2006. Prediction of lycopene degradation during a drying process of tomato pulp. *Journal of Food Engineering* 74: 37-46.
- Gupta, N. P. and R. Kumar. 2002. Lycopene Therapy in Idiopathic Male Infertility-a Preliminary Report. *International Urology and Nephrology* 34: 369-372.
- Habanabashaka. M., M. Sengabo, and I. O. Oladunjoye. Effect of Tomato Waste Meal On Lay Performance, Egg Quality, Lipid Profile and Caroten Content of Eggs in Laying Hens. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 4 (3): 555-559.
- Hsu. W. T., C. J. Chiang., Y. P. Chao., C.H Chang., L. J. Lin., B. Yu., and T. T. Lee. 2015. Effect of Recombinant Lycopene Dietary Supplement on the Egg Quality and Blood Characteristics of Laying Quails. *Journal of bioscience and Bioengineering.* Vol. XX:1-5.
- Jackson, M. J. 1997. The assessment of bioavailability of micronutrients : introduction. *Eur. J. Clin. Nutr.*,51: S1-S2.
- Jafari. M., R. Pirmohammadi, and V. Bampidis. 2006. The Use of Dried Tomato Pulp in Diets of Laying Hens. *International Journal of Poultry Science* 5 (7): 618-622.
- Jalalinasab. A, A. Nobakht, and S. Razzaghzadeh. 2014. The Effects of Different Levels of Tomato Pomace and Processing Methods on Production Performance and Blood Metabolites of Native Laying Hens. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 4(2), 379-385.
- Jannah, K. M. 2015. Tomat Berlimbah, Sayang Industri Hanya Serap Sedikit. *Senin 17 Agustus 2015. Diakses 28 Mei 2016 (12.45).* <http://economy.okezone.com/read/2015/08/17/320/1197509/surplus-tomat-di-indonesia-sampai-400-ribu-ton>.
- Jouzi. H, N. Vali, and J. Pourreza. 2015. The Effect of Tomato Pulp Powder Supplementation on Performance and Some Blood Parameters in Japanese Quail (*Coturnix Japonica*). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science.* 10(3).
- King. A. J. and G. Zeidler. 2004. Tomato Pomace maybe a Good Source of Vitamin Ein Broiler Diets. *Articel Reseachr. California Agriculture.* 58(1). <http://CaliforniaAgriculture.ucop.edu>
- Knockaert. G., S. K. Puliserry, I. Colle, S. Van Buggenhout, M. Hendrickx, And A. V. Loey. 2012. Lycopene degradation, isomerization and in vitro bioaccessibility in high pressure homogenized tomato puree containing oil: Effect of additional thermal and high pressure processing. *J. Food Chemistry.* 135. 1290-1297.
- Leke. J. R., J. S. Mandey, and F.J. Nangoy. 2015. Nutrients and Cholesterol of Eggs Affected by Dried Tomato Meal in Laying Hens Diet. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology.* 5: 178-180.
- Lira. R. C., C. Bôa-Viagem Rabello, M. do C. M. M. Ludke, P. V. Ferreira, G. R. Q. Lana, and S. R. V. Lana. 2010. Productive Performance of Broiler Chickens Fed Tomato Waste. *R. Bras. Zootec.* 39(5):1074-1081.

- Liu L., Shao Z., Zhang M., and Wang Q. 2015. Regulation of Carotenoid Metabolism in Tomato. Review Article. *Mol. Plant*, 8, 28-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molp.2014.11.006>
- Macrae, R., Robinson, R. K., and Sadler, M. J. 1993. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Academic Press, London.
- Mahata, M.E, J. Malik. M. Taufik. Y. Rizal, and Ardi. 2016. Effect of Different Combinations of Unboiled and Boiled Tomato Waste in Diet on Performance, Internal Organ Development and Serum Lipid Profile of Broiler Chicken. *International Journal of Poultry Science* 15 (17): 283-286.
- Melkamu. B, T. Yayneshet, and T. Alemayehu. 2011. Performance of Growing Rhode Island Red Chicks Fed Different Levels of Dried Tomato Pomace and a Commercial Diet. *Journal of the Drylands*. 4(2): 320-324.
- Nikolakakis. I, D . Banakis, P. Florou -Paneri, V. Dots, I. Giannenas, and N. Botsoglou. 2004. Effect of Dried Tomato Pulp on Performance and Carcass Characteristics of Growing Quails. *Arch. GeAügelk*. 2004, 68 (1), 34-38, ISSN 0003-9098.
- Nobakht. A., A. R. Safamehr. 2007. The Effect of Inclusion Different Levels of Dried Tomato Pomace in Laying Hens Diets on Plasma and Egg Yolk Cholesterol Content. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6(9):1101-1106.
- Novita, I. S. 2015. *Tiap tahun, produksi tomat surplus hingga 400 ribu ton. Dipublikasikan Senin, 17 Agustus 2015. Diakses 28 Mei 2016 (12.45).* <https://www.merdeka.com/uang/tiap-tahun-produksi-tomat-surplus-hingga-400-ribu-ton.html>
- Olson. J. B., N. E. Ward, and E. A. Koutsos. 2008. Lycopene Incorporation into Egg Yolk and Effects on Laying Hen Immune Function. *Poultry Science* 87:2573-2580. doi:10.3382/ps.2008-00072
- Omoni, A. O and Aluko RE. 2005. The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene: a review. *Trends in Food Science & Technology* 16: 344-350.
- Palozza. P., A. Catalano, R.E. Simone, M.C. Mele, and A. Cittadini. 2012. Effect of Lycopene and Tomato Products on Cholesterol Metabolism. *Ann Nutr Metab* 2012;61:126-134. DOI: 10.1159/000342077
- Papaioannou, E. H. and A. J. Karabelas. 2012. Lycopene recovery from tomato peel under mild conditions assisted by enzymatic pre-treatment and non-ionic surfactants. *Biochimica polonica*. 59(1):71-74.
- Persia, M. E., C. M. Parsons, M. Schang, and J. Azcona. 2003. Nutritional Evaluation of Dried Tomato Seeds. *J. Poultry Science* 82:141-146.
- Rahmatnejad. E., M. Bojarpour, KH. Mirzadeh, M. Chaji, and T. Mohammadabadi. 2009. The Effect of Different Level of Dried Tomato Pomace on Broiler Chicken Hematological Indices. *Journal of Animal and Veterinary Advance*. 8 (10): 1989-1992.
- Rao. A.V., M.R. Ray, and L.G. Rao. 2006. Lycopene. *Advances in Food and Nutrition Research* Vol 51. ISSN: 1043-4526. DOI: 10.1016/S1043-4526(06)51002-2.
- Safamehr. A., H. Malek., and A. Nobakht. 2011. Effect of Different Level of Tomato with or without Multi-Enzyme on Performance and Egg Traits of Laying Hens. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 1 (1): 39-47.
- Sahin. N., C. Orhan, M. Tuzcu, K. Sahin, and O. Kucuk. 2008. The Effects of Tomato Powder Supplementation on Performance and Lipid Peroxidation in Quail. *Poultry Science* 87: 276-283. doi:10.3382/ps.2007-00207.
- Sahlin. E, G.P. Savage, and C.E. Lister. 2004. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*. 17.635-647.

- Salajegheh. M.H., S. Ghazi, R. Mahdavi, and O. Mozafari. 2012. Effects of Different Levels of Dried Tomato Pomace on Performance, Egg Quality and Serum Metabolites of Laying Hens. *African Journal of Biotechnology*.11(87):15373-15379. DOI: 10.5897/AJB12.1031.
- Selcuki. M, Z. Selcuk, Z. Kahraman, G. Ciftci, and E. Akal. 2013. Effects of Dried Tomato Pulp Used as a Feed Ingredient in Breeder Roosters' Diets on Blood and Semen Antioxidant Status and on Some Sperm Parameters. *Revue Méd. Vét.*164, 8-9, 435-442.
- Sesso, H. D., S. Liu, M. J. Gaziano, J. E. Buring. 2003. Dietary lycopene, tomato-based food products and cardiovascular disease in women. *J Nutr.* 133: 2336-41.
- Shi, J. and M. Le Maguer. 2000. Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1):1-42.
- Shi. J, Maguer ML, Kakuda Y, Liptay A, Niekamp F. 1999. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Research International* 32: 15-21.
- Squires, M. W., E. C. Naber, and V. D. Toelle. 1992. The Effects of Heat, Water, Acid, and Alkali Treatment of Tomato Cannery Wastes on Growth, Metabolizable Energy Value, and Nitrogen Utilization of Broiler Chicks. *Poultry Science* 71:522-529.
- Stahl, W. and H. Sies. 2003. Antioxidant activity of carotenoids, *Mol Aspects Med*, 24: 345-351.
- Stahl. W and H. Sies. 1992. Uptake of Lycopene and Its Geometrical Isomers Is Greater from Heat-Processed than from unprocessed Tomato Juice in Humans. *J. Nutr.* 122: 2161-2166.
- Steenis. 1997. *Flora*. Cetakan ke-2. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sun. B, J. Ma, J. Zhang, L. Su, Q. Xie, and Y. Bi. 2014. Lycopene Regulates Production Performance, Antioxidant Capacity, and Biochemical Parameters in Breeding Hens. *Czech J. Anim. Sci.*, 59,(10): 471-479.
- Svelander. C. 2011. In vitro Bioaccessibility of Zarothenes "Influence of microstructure in tomato and carrot as modified by processing". Tesis. Department of Chemical and Biological Engineering Chalmers University of Technology Food Science. Gothenburg. Sweden.
- Tapiero, H., Townsend DM, Tew KD. 2004. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 58: 100-110.
- Thompson, K.A. , M.R. Marshall, C.A. Sims, C.I. Wei, S.A. Sargent, and J.W. Scott. 2000. Cultivar, Maturity, and Heat Treatment on Lycopene Content in Tomatoes. *Journal of Food Science*. 65(5): 791-795.
- Timbuleng. V.E, J.T.Laihad, J.R. Leke, S.C. Rimbing. 2015. Pengaruh Penambahan Tepung Tomat (*Solanum lycopersicum l*) Terhadap Kualitas Internal Telur Ayam Ras. *Jurnal Zootehnik* 35(2):258-266.
- Tugiyono. 2005. *Tanaman Tomat*. Agromedia Pustaka. Jakarta: 250 halaman.
- Vasupen, K, S. Wongsuthavas, S. Bureenok, B. Saenmahayak, K. Ampaporn, and C. Yuangklang. 2013. Effect of Tomato Pomace and Fibrolytic Enzyme on Egg Production and Egg Quality. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. 7(1).
- Wang L., S. Liu, A. D. Pradhan, J. E. Manson, J. E. Buring, J. M, and H. D. Sesso. 2006. Plasma lycopene, other carotenoids, and the risk of type 2 diabetes in women. *American Journal of Epidemiology* 164 (6): 576-585.
- Yitbarek. M. B. 2013. The Effect of Feeding Different Levels of Dried Tomato Pomace on the Performance of Rhode Island Red (RIR) Grower Chicks. *International Journal of Livestock Production*. 4(3):35-41. DOI:10.5897/IJLP12.034.

Young, A. J., and G. M. Lowe. 2001. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids, *Arch Biochem Biophys*, 385: 20-27.

Zikria, Roydatul. 2014. Outlook Komoditi Tomat. ISSN: 1907-1507. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian; Jakarta.