



KAJIAN *IN VITRO* RANSUM SAPI POTONG YANG MENGANDUNG BUNGKIL TENKAWANG TERHADAP FERMENTABILITAS DAN KECERNAAN

In Vitro Study of Cattle Ration Containing Tengkawang Oilcake to Fermentability and Digestibility

Aulia Putri Muslimah, Ririn Istiwati, Atun Budiman, Budi Ayuningsih, Iman Hernaman*

Faculty of Animal Husbandry, Padjajaran University

Jl. Raya Bandung – Sumedang Km. 21, Jatinangor, Sumedang, 45363

*E-mail: iman.hernaman@unpad.ac.id

Submitted : December 2, 2019 Accepted :

ABSTRAK

Bungkil Tengkawang merupakan limbah pengolahan biji Tengkawang menjadi minyak yang memiliki potensi sebagai pakan ruminansia. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum sapi potong secara *in vitro*. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap. Ransum terdiri atas 5 perlakuan penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum sapi potong, yaitu 0% (R1), 9,75% (R2), 19,64% (R3), 30,09% (R4), dan 40,08% (R5). Masing masing perlakuan diulang empat kali. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum meningkatkan konsentrasi asam lemak terbang, N-NH₃, pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik ($P < 0,05$). Konsentrasi dan pencernaan tertinggi diperoleh pada perlakuan R5 dengan nilai asam lemak terbang, N-NH₃, pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik berturut-turut 135,57 mM, 6,16 mM, 65,30%, dan 71,15%. Kesimpulan penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum sapi potong tidak mengganggu fermentabilitas dan pencernaan secara *in vitro*. Penggunaannya sampai 40,08% menghasilkan fermentabilitas dan pencernaan tertinggi.

Kata kunci: Bungkil Tengkawang, Fermentabilitas, *In vitro*, Kecernaan, Sapi potong

ABSTRACT

Tengkawang oilcake is a waste from processing of Tengkawang seeds into oil which has potential as ruminant feed. The study aimed to evaluate the use of Tengkawang oilcake in beef cattle rations (in vitro). The study was conducted experimentally using a completely randomized design. The ration consisted of 5 treatments using Tengkawang oilcake in beef cattle rations, namely 0% (R1), 9.75% (R2), 19.64% (R3), 30.09% (R4), and 40.08% (R5). Each treatment was repeated four times. The results showed that the use of Tengkawang oilcake in ration increased the concentration of volatile fatty acids, N-NH₃, dry matter digestibility and organic matter digestibility ($P < 0.05$). The highest concentration and digestibility were obtained in the treatment of R5 with the value of volatile fatty acids, N-NH₃, dry matter digestibility and organic matter digestibility respectively 135.57 mM, 6.16 mM, 65.30%, and 71.15%. In conclusion, the use of Tengkawang oilcake in beef cattle rations did not interfere with fermentability and digestibility in vitro. It's used up to 40.08% produced the highest fermentability and digestibility.

Keywords: Beef cattle, Digestibility, Fermentability, *In vitro*, Tengkawang oilcake

PENDAHULUAN

Tengkawang adalah tanaman yang tumbuh baik di daerah tropis terutama di daerah Kalimantan Barat. Tanaman ini memiliki fungsi yang serbaguna, batangnya digunakan sebagai bahan pembuat alat rumah tangga, bahan

bangunan dan bahan baku pembuatan kayu lapis. Pohon Tengkawang menghasilkan buah yang memiliki biji dengan kandungan minyak yang tinggi (Gusti dan Zulnely, 2015) serta berharga tinggi (Winarni *et al.*, 2017).

Masyarakat di Kalimantan Barat menggunakan minyak Tengkawang untuk

memasak, penyedap rasa dan ramuan obat-obatan. Minyak Tengkawang dalam dunia industri sebagai bahan pengganti lemak coklat, bahan farmasi dan kosmetika (Widiyanto dan Siarudin, 2013), juga dalam pembuatan lilin, sabun, margarin, pelumas dan minyak Tengkawang diekspor ke mancanegara dengan nama *Green Butter* (Winarni *et al.*, 2005) dan pohon Tengkawang ditetapkan sebagai tanaman yang dilindungi oleh pemerintah Republik Indonesia melalui *Permen LHK Nomor P.106/2018*.

Ekstraksi minyak biji Tengkawang menyisakan bungkil. Bungkil Tengkawang mengandung 7,48% air dan 14,11% protein kasar, 10,72% serat kasar, 11,90% lemak kasar, serta 67,44% TDN (Marsega, 2020) dan oleh peternak di Kalimantan telah dimanfaatkan sebagai pakan kambing dan babi serta di Eropa sebagai pakan sapi potong sejak 1940-an (Pahlevi, 2019).

Pakan yang dikonsumsi hewan ruminansia akan difermentasi oleh mikroba rumen menjadi produk fermentasi diantaranya amonia (N-NH₃) dan asam lemak terbang (ALT). Konsentrasinya bergantung pada komposisi bahan pakan yang digunakan. Proses fermentasi pakan akan mempengaruhi pencernaan, karena produk fermentasi tersebut mencerminkan mudah tidaknya bahan pakan tersebut didegradasi oleh mikroba rumen yang lebih lanjut akan berpengaruh terhadap pencernaan ransum. Setiap

bahan pakan memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, karena itu penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum diduga akan berpengaruh terhadap fermentabilitas dan pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum sapi potong terhadap fermentabilitas dan pencernaan secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Materi

Ransum yang dibuat ditujukan untuk penggemukan sapi potong dengan perbandingan hijauan dan konsentrat sebesar 20:80. Hijauan berupa Rumput Raja (*Pennisetum purpuphoides*), sedangkan konsentrat disusun dari delapan jenis bahan yang saling melengkapi membentuk ransum lengkap (*complete feed*). Penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum berturut-turut dari R1-R5 adalah 0%, 9,75%, 19,64%, 30,09%, dan 40,08% (Tabel 1).

Bungkil Tengkawang yang digunakan berasal dari Pulau Kalimantan yang dijual oleh pengusaha pakan di Bogor. Bahan pakan lainnya berasal dari KSU Tandang Sari Sumedang. Rumput Raja diperoleh dari kebun rumput milik Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran. Ransum perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan bahan pakan dan kandungan nutrisi berbagai ransum sapi potong (*Feed material arrangement and nutrient content of various beef rations*)

Bahan Pakan (Feedstuffs)	R1	R2	R3	R4	R4
Rumput Raja (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Konsentrat:	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Onggok (%)	27,03	18,62	15,78	9,96	8,97
Ampas Kecap (%)	23,10	16,47	12,29	0,60	0,60
Bungkil Kelapa (%)	23,03	9,62	8,06	0,50	0,92
Ampas Bir (%)	4,11	3,16	3,24	2,18	2,68
Dedak Padi (%)	2,51	12,60	11,60	19,08	13,87
Pollard (%)	0,48	9,75	9,23	17,00	12,32
Premix (%)	0,47	0,50	0,50	0,50	0,50
Bungkil Tengkawang (%)	0,00	9,75	19,64	30,09	40,08
Total (Total)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kandungan Zat Pakan (Feed substance Content)					
Abu (%)	16,36	16,17	14,66	12,25	10,58
Protein Kasar (%)	11,38	11,54	11,62	12,00	11,86
Lemak Kasar (%)	6,98	6,66	6,97	6,75	7,31
Serat Kasar (%)	16,98	15,81	15,14	14,64	13,90
Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)	48,30	49,82	51,61	54,36	56,35
Total Digestible Nutrien/TDN (%)	69,23	70,17	72,59	75,00	78,00

Keterangan: Kandungan nutrisi ransum perlakuan didasarkan pada perhitungan dan 100% bahan kering

Metode

Tahapan metode penelitian yaitu 1) melakukan evaluasi fermentabilitas dan kecernaannya dengan metode *in vitro* (Tilley dan Terry, 1963); 2) menimbang sampel ransum perlakuan sebanyak 0,5 g dan memasukkan ke dalam tabung fermentor; menyimpan tabung fermentor yang berisi sampel dalam *Waterbath* pada suhu 40°C; 3) menambahkan campuran cairan rumen sapi potong jantan dan saliva buatan dengan perbandingan 4:1 sebanyak 50 ml; 4) menghembuskan gas CO₂ ke dalam tabung tersebut untuk menjaga suasana anaerob; 5) menutup tabung fermentor dengan penutup karet berpentil; 6) melakukan inkubasi sebagian sampel di dalam tabung fermentor selama 3 jam dan setiap 30 menit mengalami pengocokan; 7) setelah 3 jam, mengambil cairan di dalam tabung fermentor dan melakukan *sentrifuge* dengan kecepatan 5000 rpm, menyaring dan menggunakan cairan untuk analisis asam lemak terbang dan N-NH₃. Pengukuran kadar total asam lemak terbang dilakukan dengan menggunakan metode destilasi uap Markham (Widiana *et al.*, 2014), sedangkan kadar N-NH₃ ditentukan dengan menggunakan metode mikrodifusi pada cawan Conway (Widiana *et al.*, 2014); dan 8) melakukan inkubasi sebagian sampel lainnya selama 2 x 48 jam untuk analisis pencernaan bahan kering dan bahan organik (Tilley dan Terry, 1963).

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan. Data diuji dengan analisis varian (ANOVA) dengan taraf $\alpha=0,05$, jika terjadi perbedaan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Gaspersz, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Ransum Perlakuan

Tiap ransum perlakuan memiliki kandungan protein kasar dan lemak kasar hampir sama, dengan kisaran 11,38-12% dan 6,66-7,31% (Tabel 1), kandungan serat kasar menurun, namun sebaliknya, nilai BETN meningkat seiring dengan meningkatnya penggunaan bungkil Tengkawang. Nilai TDN meningkat dari 69,23% ketika ransum

tidak mengandung bungkil Tengkawang (R1), dan terjadi peningkatan seiring dengan meningkatnya penggunaan bungkil Tengkawang. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan penggunaan 40,08%, yaitu 78,00%. Terjadinya penurunan atau peningkatan nutrien dan TDN dalam komposisi nutrien ransum, karena bungkil Tengkawang mengandung serat kasar rendah dengan BETN dan TDN yang tinggi, sehingga penggunaannya yang tinggi dalam ransum akan mengubah komposisi nutrien ransum yang berdampak pada penurunan kandungan serat kasar dan meningkatnya BETN dan TDN. Serat kasar memiliki komponen lignin yang secara alami mengikat *selulose* dan *hemiselulose*, dimana dua senyawa tersebut difermentasi mikroba rumen menjadi VFA sebagai sumber energi bagi mikroba rumen maupun sapi potong. Kehadiran lignin menghambat penggunaan senyawa tersebut (Riswandi *et al.*, 2015), maka serat kasar yang rendah akan memudahkan bahan pakan difermentasi oleh mikroba rumen.

Pengaruh Ransum dengan Penambahan Bungkil Tengkawang terhadap VFA dan Amonia Cairan Rumen secara In Vitro

Hasil menunjukkan bahwa penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum sapi potong sampai 40% nyata dapat meningkat konsentrasi asam lemak terbang (*Volatile Fatty Acid/VFA*) dan Amonia (N-NH₃) (Tabel 2), semakin tinggi penggunaan bungkil Tengkawang semakin tinggi konsentrasi VFA dan N-NH₃. Hal ini menunjukkan bahwa karbohidrat dan protein bungkil Tengkawang mudah difermentasi oleh mikroba rumen.

Konsentrasi asam lemak terbang meningkat secara bertahap pada perlakuan R1 hingga R5. Konsentrasi VFA yang meningkat sejalan dengan meningkatnya penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum, diduga bungkil tersebut mudah difermentasi. Hal ini karena kandungan nutrien yang dimilikinya, yaitu serat kasar (4,41%) yang rendah dan sebaliknya, BETN (66,33%) yang tinggi menjadikannya lebih mudah didegradasi (Hernaman *et al.*, 2015), sehingga dapat menghasilkan VFA khususnya propionate yang lebih tinggi.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan asam lemak terbang dan N-NH₃ (*Effect of treatment on the volatile fatty acids and N-NH3*)

Peubah (Variable)	R1	R2	R3	R4	R5
Asam lemak terbang (mM)	67,13±10,62 ^a	83,76±5,64 ^b	101,55±5,52 ^c	115,04±2,56 ^d	135,52±14,17 ^e
N-NH ₃ (mM)	2,91±0,26 ^a	3,38±0,09 ^{ab}	3,79±0,10 ^b	4,50±0,42 ^c	6,16±0,64 ^d

Keterangan: Huruf superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05).

Propionate sebagai sumber energi dibutuhkan untuk pertumbuhan atau penggemukan sapi potong (Putri *et al.*, 2013). Menurut Preston dan Leng (1987), bahan pakan yang banyak mengandung BETN akan menghasilkan asam propionate lebih banyak, sedangkan bahan pakan yang banyak mengandung serat akan menghasilkan asam asetat lebih banyak. Hal ini dicerminkan pula dengan dengan nilai TDN yang semakin meningkat pada ransum yang mengandung bungkil Tengkawang dari perlakuan pertama hingga akhir. BETN merupakan bahan pakan lebih mudah larut, merupakan senyawa yang mudah difermentasi oleh mikroba rumen menjadi VFA (Ayuningsih *et al.*, 2018). Menurut Uhi *et al.* (2006), pati adalah karbohidrat terbaik untuk menunjang perubahan urea menjadi protein, hal ini berarti bahwa pati sangat mudah didegradasi menjadi asam lemak terbang. Produksi VFA akan terkait dengan kemampuan bakteri, sedangkan aktivitas bakteri ditentukan oleh nutrisi yang tersedia, disamping kondisi rumen selama fermentasi dan waktu setelah makan (Fahey dan Berger, 1988).

Berdasarkan kandungan protein kasar, keseluruhan ransum perlakuan semua level yang relatif sama (Tabel 1), tetapi hasil N-NH₃ terjadi peningkatan dari R1 hingga R5. Peningkatan tertinggi dicapai pada perlakuan R5, yaitu 6,16 mM. Nilai tertinggi tersebut masih dalam kisaran normal, yaitu 4-12 mM (Sutardi, 1977). Peningkatan kandungan N-NH₃ pada ransum perlakuan dengan penggunaan bungkil Tengkawang menunjukkan bahwa kualitas protein meningkat dari R1 hingga R5. Protein yang terdapat pada bungkil Tengkawang diduga mudah difermentasi dan tampaknya tidak ada senyawa atau sedikit senyawa alami yang dapat mengganggu pencernaan protein. N-NH₃ yang dibebaskan dalam rumen sebagian dimanfaatkan oleh mikroba untuk mensintesis protein mikroba. Protein mikroba merupakan sumber protein utama bagi hewan ruminansia, khususnya sapi potong, bahkan mencapai 100% pada ternak dengan pakan berbasis hijauan atau limbah pertanian (Givens *et al.* 2000).

Dugaan lainnya bahwa TDN yang tinggi, serta dibuktikan pula dengan kadar asam lemak terbang yang tinggi, seiring dengan meningkatnya penggunaan bungkil Tengkawang akan memberikan energi bagi mikroba rumen untuk aktivitas fermentasi yang maksimal dalam mencerna ransum. Ransum yang tinggi energi TDN akan lebih mudah difermentasi termasuk protein dalam ransum dibandingkan dengan yang rendah energi TDN (Ayuningsih *et al.*, 2018). Aktivitas mikroba rumen akan meningkat jika ransum cukup mengandung energi dan protein untuk meningkatkan sintesis protein mikroba rumen (Teti *et al.*, 2018).

Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan

Kecernaan bahan kering dan bahan organik tertinggi diperoleh pada perlakuan R5, yaitu penggunaan bungkil Tengkawang sebanyak 40,08% (P<0,05), masing-masing sebesar 65,30% dan 71,15% (Tabel 3), semakin tinggi penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum, semakin tinggi kecernaan bahan kering dan organik (P<0,05). Kecernaan bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan kecernaan bahan kering.

Tingginya kecernaan bahan kering dan bahan organik ransum sapi potong yang mengandung bungkil Tengkawang menunjukkan bahwa bungkil ini mudah untuk dicerna, jika dikaitkan dengan fermentabilitas (Tabel 2) yang ditunjukkan dengan nilai VFA dan N-NH₃ yang tinggi seiring dengan meningkatnya penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum membuktikan bahwa bahan pakan ini mudah dicerna. Ransum yang mudah difermentasi oleh mikroba rumen akan mudah pula untuk dicerna (Hernaman *et al.*, 2015). Daya cerna pakan berhubungan dengan komposisi kimianya, serat kasar mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap daya cerna (Despal, 2000) dan bungkil Tengkawang diketahui memiliki kandungan serat kasar yang rendah (4,41%). Kecernaan bahan organik berhubungan dengan kecernaan bahan kering, karena sebagian besar komponen bahan kering terdiri atas bahan organik. Perbedaan keduanya terletak pada kandungan abunya (Sutardi, 1980).

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik

Peubah	R1	R2	R3	R4	R5
Kecernaan Bahan Kering (%)	46,82±3,37 ^a	59,20±2,35 ^b	61,67±7,30 ^b	62,30±5,09 ^b	65,30±3,66 ^b
Kecernaan Bahan Organik (%)	48,33±4,10 ^a	65,09±2,51 ^b	66,09±9,07 ^b	66,13±8,12 ^b	71,15±3,68 ^b

Keterangan : Huruf superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pencernaan bahan organik, yaitu kandungan serat kasar dan mineral pada pakan. Kadar abu ransum perlakuan menunjukkan penurunan seiring dengan penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum, berturut-turut dari R1 hingga R5 adalah 16,36%, 16,17%, 14,66%, 12,25%, dan 10,58%. Nilai serat kasar yang rendah pada bungkil Tengkawang, memberikan kontribusi kandungan serat kasar yang rendah dalam ransum perlakuan akan menyebabkan pencernaan bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan pencernaan bahan kering.

SIMPULAN

Penggunaan bungkil Tengkawang dalam ransum sapi potong tidak mengganggu fermentabilitas dan pencernaan secara *in vitro*. Penggunaannya sampai 40,08% menghasilkan fermentabilitas dan pencernaan tertinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapatkan dukungan fasilitas berupa sarana dan prasarana penelitian dari Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningsih, B., I. Hernaman, D. Ramdani, Siswoyo. 2018. Pengaruh imbalan protein dan energi terhadap efisiensi penggunaan ransum pada domba Garut betina. *JIPT* 6 (1): 97-100
- Despal. 2000. Kemampuan komposisi kimia dan pencernaan *in vitro* dalam mengestimasi pencernaan *in vivo*. *Med. Pet.* 23: 84-88
- Fahey, G.C. and L.L. Berger. 1988. Carbohydrate nutrition of ruminants. In: *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*, Church, D.C (ed). Prentice Hall, New Jersey. Pp: 269-295.
- Gaspersz, V. 1995. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan. Transito. Bandung
- Givens, D.I., E. Owen and A.T. Adesogan. 2000. Current procedures, future requirements and the need for standardization. In: *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H.M. Omed (Eds.). Cabi Publishing. pp. 449-474.
- Gusti, R.E.P dan Zulnely. 2015. Karakteristik lemak hasil ekstraksi buah tengkawang asal kalimantan barat menggunakan dua macam pelarut. *Penelitian Hasil Hutan* 33 (3): 175-180.
- Hernaman, I., A. Budiman, S. Nurachma, dan K. Hidajat. 2015. Kajian *in vitro* substitusi konsentrat dengan penggunaan limbah perkebunan singkong yang disuplementasi kobalt (Co) dan seng (Zn) dalam ransum domba. *Buletin Peternakan* 39: 71-77.
- Marsega, A. 2020. Bungkil Tengkawang. <https://id.scribd.com/document/88231505/BUNGKIL-TENGKAWANG>. Diakses 23 Maret 2020.
- Pahlevi, A. 2019. Tengkawang, Maskot Kalimantan Barat yang Tidak Lagi Diandalkan. <https://www.mongabay.co.id/2019/06/27/tengkawang-maskot-kalimantan-barat-yang-tidak-lagi-diandalkan/>. Diakses 23 Maret 2020.
- Preston, T.R. and R.A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production System With Available Resources In The Tropics And Sub-Tropics. Penambul Books. Armidale.
- Putri, L.D.N.A., E. Rianto, M. Arifin. 2013. Pengaruh imbalan protein dan energi pakan terhadap produk fermentasi di dalam rumen pada sapi Madura jantan. *Anim. Agric. J.* 2(3): 94-103.
- Riswandi, Muhakka, M. Lehan. 2015. Evaluasi nilai pencernaan secara *in vitro* ransum ternak sapi Bali yang disuplementasi dengan probiotik bioplus. *J. Peternakan Sriwijaya* 4 (1): 35-46.
- Sutardi, T. 1977. Ikhtisar Ruminologi. Bahan Penataran Kursus Peternakan Sapi Perah. Kayu Ambon, Lembang. Departemen Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Departemen Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Teti, N., R. Latvia, I. Hernaman, B. Ayuningsih, D. Ramdani, dan Siswoyo. 2018. Pengaruh imbalan protein dan energi terhadap pencernaan nutrisi ransum domba garut betina. *JITP* 6 (2): 97-101
- Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of the forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* (18) 2: 104 – 106.
- Uhi, H.T., A. Parakkasi, B. Haryanto. 2006. Pengaruh suplemen katalitik terhadap karakteristik dan populasi mikroba rumen domba. *Med. Pet.* 29 (1): 20-26
- Widiana, A., Taufikurrahman, A.S. Limin, I. Hernaman, R. Manurung. 2014.

- Utilization of solid residue *Melaleuca cajuputi* Powell leaves as cattle feed 2014. *Pakistan J. Nutrition* 13 (10): 554-556.
- Widiyanto, A dan M. Siarudin. 2013. HHBK Minyak Lemak, Potensi yang perlu dikembangkan. *FORPRO* 2(3): 8-15.
- Winarni, B., T. Alex, A.M. Lahjie, Y. Ruslim. 2017. Analisis produksi dan finansial perusahaan Tengawang oleh rakyat di Kalimantan Barat. *J. Hut. Trop.* 5 (3): 236-243.
- Winarni, I., E.S. Sumadiwangsa, S. Dendy. 2005. Beberapa catatan pohon penghasil biji tengawang. *Info Hasil Hutan* 11(1): 17-25.