

Pemanfaatan Limbah Bubur Kopi (*Coffee pulp*) dalam Budidaya Perikanan (*Review*)

Utilization of Coffee pulp in Aquaculture (Review)

Wastu Ayu Diamahesa^{1*} dan Nuri Muahiddah¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jalan Pendidikan No 37

*Korespondensi email: wastuayu@unram.ac.id

ABSTRAK

Budaya mengonsumsi kopi sudah ada dari beberapa dekade yang lalu hingga saat ini. Dalam kegiatan produksi kopi terdapat limbah hasil samping pertama kali dalam memisahkan sekam atau biji dengan buah kopi yaitu berupa *coffee pulp* (CP). Dengan meningkatnya produksi kopi, maka juga akan meningkatkan residu atau limbah CP dan apabila dibiarkan akan menimbulkan masalah lingkungan. Telah ada upaya untuk menanggulangi limbah tersebut dalam beberapa penelitian sebelumnya, seperti menjadi produk pupuk organik, perbaikan kondisi tanah, kontrol biologi, pakan pada hewan ternak, dan pangan untuk manusia. Namun hanya ada beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian dengan menggunakan CP dan kebanyakan dari mereka belum berhasil memanfaatkan bahan baku tersebut pada pakan ikan. Oleh karena itu, review ini bertujuan untuk menggambarkan potensi CP dalam bidang budidaya perikanan dengan harapan dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan memanfaatkan bahan baku tersebut.

Kata Kunci: bubuk kopi, pakan ikan, limbah kopi, budidaya perikanan

ABSTRACT

From several decades ago until today, coffee consumption has been a cultural norm. Coffee pulp (CP) is a byproduct of the initial separation of husks or seeds from coffee fruits. The increase in coffee production will lead to an increase in CP residues and refuse, which, if left unchecked, will result in environmental issues. Several previous studies have attempted to address this waste by focusing on organic fertilizer products, enhancing soil conditions, biological control, animal feed, and human sustenance. However, only a small number of researchers have conducted studies utilizing CP, and most of them have not been successful in incorporating this raw material into fish nutrition. Consequently, the purpose of this review is to characterize the potential of CP in the field of aquaculture so that additional research can be conducted using this raw material.

Keywords: coffee pulp, fish feed, coffee waste, aquaculture

PENDAHULUAN

Budaya mengonsumsi kopi untuk satu generasi ke generasi lainnya, mulai dari remaja hingga dewasa sudah ada dari beberapa dekade yang lalu, dan terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga membuat permintaan akan kopi terus meningkat. Dalam kegiatan produksi kopi, terdapat hasil sampingan pertama yaitu berupa bubuk kopi *Coffee pulp* (CP). Menurut Pandey et al., (2000), terdapat dua proses dalam memisahkan gabah atau biji dengan buah kopi yaitu proses basah atau kering. CP meliputi cangkang (kulit, epidermis, exocarpius) dan *pulp* itu sendiri (*mesocarp*) (Torres et al., 2019). Produksi residu atau limbah dari CP secara global diperkirakan mencapai 9,4 juta ton/tahun. Jika hal ini dibiarkan akan menjadi sumber masalah bagi lingkungan khususnya untuk negara penghasil kopi (El Achaby et al., 2019). Selain itu menurut Porres et al., 1993, limbah pencemar dari hasil samping kopi dapat mempengaruhi lahan pertanian di sekitarnya, serta sungai dan danau yang terletak di dekat area pengolahan kopi (Roussos et al., 1995). Randhir dan Genge (2005) mengungkapkan bahwa di sungai dan danau, CP menurunkan kadar oksigen, pH, dan padatan CP tersuspensi menghalangi sinar matahari. Terlebih lagi, Cervantes et al. (2015) melaporkan bahwa CP dalam tanah dapat mempengaruhi populasi mikroflora tanah (jamur asidofilik).

Coffee pulp merupakan bagian 35% dari buah kopi (Alves et al. 2017) dan merupakan produk sampingan dari metode basah dalam proses penggilingan kopi. Pada *coffee pulp*, kandungan asam fenolat sedikit lebih tinggi dibandingkan pada sekam kopi (*coffee husk/CH*), sebanyak 1,5% CP dan 1,2% CH. Di antara asam fenolik yang paling banyak ditemukan yaitu: CF, flavan-3-ols, asam hidrokisimat, flavonol, dan antosianidin yang paling banyak ditemukan (Ramirez-Coronel, 2004).

Telah ada beberapa upaya untuk menanggulangi permasalahan limbah CP dalam penelitian terdahulu sebagai: pupuk organik (Cisneros-Rojas et al., 2017), perbaikan kondisi tanah (Betancourt et al., 2016), kontrol biologi (Cisnero-Rojas et al., 2016 dan Iswanto et al., 2019), pakan pada hewan ternak (Huerta et al., 2009), dan pangan untuk manusia (Heeger et al., 2017). Akan tetapi masih sedikit pemanfaatan dalam budidaya perikanan dalam dua dekade terakhir (Moreau et al. (2003); Fagbenro and Arowosoge (1991); Bayne et al. (1976); Christensen (1981); Rojas dan Verreth (2003); Ulloa dan Verret (2002); Bautista et al. (2005)).

Kami telah melakukan kajian literatur mengenai pemanfaatan limbah hasil samping dari produksi kopi yaitu berupa ampas kopi, kulit kopi, dan sekam kopi (*Coffee husk*) (Diamahesa dan Muahiddah, 2022^{a, b, c} dan 2023). Pada literatur revidu kali ini lebih difokuskan kepada pemanfaatan limbah *Coffee pulp* dalam budidaya perikanan dengan harapan akan menjadi sumber informasi bagi para peneliti khususnya nutrisi ikan agar dapat melihat peluang penelitian lanjutan dengan menggunakan bahan baku tersebut. Selain itu, diharapkan literatur revidu ini juga dapat bermanfaat untuk pembaca pada umumnya.

PEMBAHASAN

1. Komposisi kimia Bubur Kopi (*Coffee pulp*)

Sebagian besar buah kopi adalah daging buah ceri, yang biasanya juga mengandung kulit dengan proporsi 29% dari bahan kering. Bubur kopi adalah produk sampingan dari semua metode pengolahan basah (Murthy dan Naidu (2012) dan Bonilla-Hermosa et al., 2014). Komposisi CP berbeda dengan sekam kopi, meskipun sifat senyawa yang ada di keduanya hampir sama. Terdapat kemungkinan perbedaan dalam persen komposisi konstituen, tergantung pada mode pengolahan dan efisiensi, varietas tanaman, kondisi budidaya seperti jenis tanah, dan lainnya (Braham dan Bressani, 1979). Adapun komposisi proksimat dalam coffee pulp disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi proksimat (g kg⁻¹, bahan kering) *Coffee pulp*

Komponen	g kg ⁻¹
Gross energy	16,9
Energi untuk ikan	4,8
Abu kasar	89
Serat kasar	571
Lipid	29
Nitrogen Free Extract	189
Protein	122
Kadar air	850
Kafein	12,5
Pektin	10-90
Tanin	10-90

Sumber: Ulloa et al. (2004), Porres et al. (1993), Oliviera dan Franca (2014), Rakitikul (2017)

Coffee pulp memiliki kandungan ANF dan serat kasar yang relatif tinggi, serta kandungan protein dan energi yang rendah (Clifford dan Ramírez, 1991 dan González et al., 1994). Daging buah kopi mengandung 4% hingga 12% protein, 1%–2% lipid, 6%–10% mineral, dan 45%–89% total karbohidrat (Franca dan Oliveira, 2009). Hasil yang berbeda didapatkan oleh Ulloa et al. (2004), bahwa coffee pulp mengandung 122 g/kg protein, 571 g/kg serat kasar dan 189 g/kg nitrogen free extract. Selain itu juga terdapat senyawa fenolik dan kafein (1,3%) dalam jumlah yang cukup banyak (Clifford dan Ramírez, 1991). Kemungkinan CP dapat digunakan dalam selai, jus, konsentrat, dan agar-agar. Tepung bubuk kopi dapat digunakan untuk roti, kue, muffin, kotak, brownies, pasta, dan saus (Madahava, 2004 dan Ramirez et al., 2011). Saat ini, tidak ada data spesifik tentang toksisitas pulp ceri dalam literatur. Dapat diasumsikan bahwa senyawa bioaktif, pembusukan mikroba, dan kontaminasi mikotoksin dapat menimbulkan risiko keamanan.

Kafein adalah senyawa aktif sebagai salah satu stimulan alami yang paling kuat dan adiktif. Ini merupakan zat utama yang menyebabkan efek stimulasi ringan dari kopi. Hal ini juga hadir dalam CP dan sekam kopi dengan konsentrasi sekitar 1,3% berdasarkan berat kering. Tanin umumnya dianggap sebagai faktor anti-gizi dan mencegah CP digunakan lebih dari 10% dari pakan ternak. Efek anti-gizi tanin dalam pakan ternak telah dibahas oleh Alzueta et al. (1992) dan Terrill et al. (1992). Informasi tentang tanin pada CP terkadang bertentangan dan data yang tersedia terkadang sulit untuk diinterpretasikan karena metode analitik non-spesifik telah digunakan (De Colmenares et al., 1994 dan Clifford dan Martinez, 1991). Tergantung pada jenis kultivarnya, kandungan tanin juga bisa berbeda. Misalnya, CP dari kultivar berbuah kuning secara signifikan lebih kaya tanin

terkondensasi (proanthocyanidins) daripada pulp dari kultivar berbuah merah (De Colmenares et al., 1994). De Colmenares et al. (1994 dan 1998) menyajikan data kandungan tanin terkondensasi (atau proanthocyanidins) dari CP Para penulis ini mengisolasi beberapa proantosianidin dari ampas kopi. Proanthocyanidins adalah polifenol polimer, yang menghambat perkecambahan uredospora ras *Hemileia vastatrix* secara *in vitro*.

Berbeda dengan beberapa laporan, Clifford dan Ramirez-Marinez (1991) tidak menemukan tanin terhidrolisis dalam CP yang berasal dari lima sampel biji kopi. Ada kontradiksi di antara berbagai penulis yang menggambarkan kandungan pektin dari buah kopi juga.

Ramirez-Martinez (1988) mempelajari komposisi senyawa fenolik dalam CP. Asam klorogenat (asam 5-caffeoylquinic) adalah penyusun utama (42,2%). Epicatechin (21,6%, asam isoklorogenik I, II dan III, 5,7, 19,3, 4,4%, masing-masing), katekin (2,2%), rutin (2,1%), asam protocatechuic (1,6%), dan asam ferulat (1,0%) adalah senyawa lainnya. Tidak ada perbedaan kualitatif atau kuantitatif yang terdeteksi antara kultivar tanaman kopi tahan dan rentan penyakit karat daun kopi. Data tersebut tidak bersifat absolut karena kandungan senyawa dalam CP dapat bervariasi dari waktu ke waktu.

2. Aplikasi pemanfaatan bubur kopi (*Coffee pulp*) dalam budidaya perairan

Dari hasil kajian literatur yang kami lakukan, terdapat beberapa penelitian yang telah melakukan penelitian dengan menggunakan coffee pulp sebagai bahan baku alternatif berbagai bahan mentah penyusun pakan ikan. Adapun aplikasi pemanfaatan CP dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Aplikasi pemanfaatan *coffee pulp* dalam budidaya perikanan

Jenis Ikan	Metode	Hasil	Referensi
Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	<i>Fresh Coffee pulp</i> dibandingkan dengan <i>ensiled Coffee pulp</i> dengan dosis pergantian masing-masing 20% protein.	Pemberian <i>fresh coffee pulp</i> menghambat pertumbuhan ikan, sedangkan dengan <i>ensiled coffee pulp</i> dapat meningkatkan pemanfaatan pakan ikan.	Moreau et al. (2003)
Ikan Lele (<i>Clarias isheriensis</i>)	Dosis <i>coffee pulp</i> 0, 10, 20, 30% menggantikan <i>yellow maize</i> dengan kadar protein pakan 37% dipelihara selama 150 hari.	Kinerja pertumbuhan menurun sejalan dengan peningkatan dosis <i>coffee pulp</i>	Fagbenro and Arowosoge (1991)
Ikan Nila (<i>Tilapia aurea</i>)	Pemberian <i>coffee pulp</i> sebesar 30% pada ikan nila yang dipelihara pada keramba yang telah diberi pupuk	Kelangsungan hidup tinggi, kinerja pertumbuhan tidak berbeda dengan pakan kontrol	Bayne et al. (1976)

Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L.) dan Ikan lele (<i>Clarias mossambicus</i>)	Pemberian pakan dengan coffee pulp dengan komposisi 30% di kolam tanah, keramba jarring apung, dan tangka beton dengan kepadatan bervariasi.	Terjadi penurunan pertumbuhan hingga 45% dengan pemberian coffee pulp dibandingkan dengan pakan kontrol.	Christensen (1981)
Ikan Nila (<i>Oreochromis aureus</i>)	Pemberian coffee pulp dengan level yang berbeda pada ikan nila yang dipelihara dalam akuarium dan keramba dengan dosis 0, 13, 26, dan 39%.	Selama di akuarium, tingkat konsumsi pakan meningkat, namun laju pertumbuhan dan rasio efisiensi pakan menurun secara progresif. Sedangkan di keramba juga mengalami penurunan dengan level lebih sedikit dibanding di akuarium.	Rojas dan Verreth (2003).
Ikan Nila (<i>Oreochromis aureus</i>)	Perlakuan dosis 0, 60, 120, 180, dan 240 g/kg Coffee pulp yang telah difermentasi dengan <i>Bacillus</i> sp.	Pemberian Coffee pulp hingga 60 g/kg tidak memberikan pengaruh terhadap kinerja pertumbuhan ikan nila.	Ulloa dan Verret (2002)
Ikan Bawal air tawar Hybrid (<i>Colossoma x Piaractus</i>)	Pemberian pakan selama 84 hari dengan dosis berbeda 0, 100, 150, 180 g/kg coffee pulp dalam pakan. Perlakuan coffee pulp diberi molase 5% (ECPSM)	Pemberian dosis hingga 180 g/kg tidak memberikan pengaruh yang signifikan.	Bautista et al. (2005)

Menurut Moreau et al. (2003), pemanfaatan protein dan energi ransum yang mengandung CP segar dan encer (silase) yang dipelihara selama 28 hari dengan menggunakan protein harian disediakan dari 20% CP. Pemberian CP dalam pakan ternyata sangat mengganggu pertumbuhan dan pemanfaatan pakan oleh ikan. Proses silase meningkatkan pemanfaatan pakan secara keseluruhan dibandingkan dengan CP segar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CP segar atau ensiled bukanlah bahan pakan yang cocok untuk ikan nila. Namun, pengetahuan yang lebih baik tentang modifikasi yang terjadi selama proses silase kemungkinan dapat menemukan cara untuk secara signifikan meningkatkan nilai gizi produk samping CP di masa mendatang.

Berbeda dengan uraian di atas, Fagbenro dan Arowosoge (1991) melaporkan penelitian dengan menggunakan pakan formulasi yang mengandung 37% protein kasar. Bahan baku yang digunakan yaitu bahan pakan murah yang tersedia secara lokal. Ikan diberi pakan setiap hari dengan perlakuan diet yang direplikasi dengan 2-10% dari biomassa ikan selama 150 hari. Hasil dari perlakuan mereka bahwa kelangsungan hidup ikan tinggi, akibatnya kualitas air baik pada semua perlakuan. Ada perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) dalam kinerja pertumbuhan (laju pertumbuhan harian, DRG, dan laju pertumbuhan spesifik, SGR), laju konversi pakan (FCR) dan koefisien cerna nutrisi nyata (ADC) antara ikan yang diberi pakan CP dan kontrol (jagung kuning, YeM). Rata-rata produksi ikan bersih menurun dengan peningkatan persentase bahan baku secara

progresif ke dalam pakan. Disimpulkan bahwa CP berpotensi bermanfaat sebagai pengganti jagung kuning dalam pakan murah untuk *C. isheriensis*.

Pakan tambahan yang mengandung 30% CP dievaluasi oleh Bayne et al., (1976) untuk digunakan dalam budidaya *Tilapia aurea* di El Salvador, Amerika Tengah. Perbandingan pakan CP dengan pakan yang mengandung semua bahan yang sama kecuali CP. Ikan nila dibesarkan dalam keramba berukuran 1,0 m² yang digantung di kolam tanah yang dipupuk. Dari hasil perlakuan Kelangsungan hidup tinggi, kinerja pertumbuhan tidak berbeda dengan pakan control. Uji coba produksi dilakukan di keramba ikan berukuran 100 m dan kolam tanah seluas 0,05 ha. Ikan yang dibudidayakan menerima pakan CP tumbuh lebih cepat selama percobaan, dan total produksi kira-kira dua kali lipat dari perlakuan kontrol. Produksi tertinggi di keramba adalah 1,25 kg/m³ per tahun. Hasil percobaan kolam produksi menggunakan *T. ourea* pada 9 000/ha dan ditebar dengan *Cichlasoma managuense* piscivorous menghasilkan sekitar 3.392 kg/ha per tahun pada perlakuan pakan dan 2.049 kg/ha per tahun pada kontrol. Konversi pakan yang rendah (1,92) dan biaya pakan yang rendah menghasilkan peningkatan pendapatan tahunan bersih sebesar \$251,00/ha.

Christensen, (1981) melakukan percobaan untuk mengetahui khasiat CP sebagai bahan pakan yang digunakan pada budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dan lele (*Clarias mossambicus* Peters). Ikan mas diberi pakan dua pakan pelet yang disiapkan secara komersial, satu dengan CP 30%, di kolam tanah. Hasil penelitian menunjukkan hasil yang negative karena terdapat kenaikan pertumbuhan harian berkurang dari 1,65 g menjadi 0,34 g saat diberi CP. Lele diuji di kolam tanah, di keramba apung dan di tangki beton dengan kepadatan bervariasi. Dalam semua kasus, peningkatan pertumbuhan harian berkurang hingga 45% atau lebih.

Rojas dan Verreth (2003) juga melakukan penelitian dengan membandingkan pertumbuhan dan pemanfaatan pakan *Oreochromis aureus* yang diberi pakan bergradasi pulp kopi (CP) dan dipelihara di akuarium atau di keramba. Di akuarium, ikan yang menerima tingkat CP pakan yang meningkat (dari 0, 13, 26, dan 39 % CP) menunjukkan penurunan progresif dalam berat badan akhir, laju pertumbuhan dan rasio efisiensi protein ($P < 0,05$). Rasio konversi pakan (FCR) secara signifikan lebih tinggi pada pakan 39%. Pakan CP mengurangi daya cerna bahan kering dan karbohidrat. Di keramba, inklusi CP menyebabkan penurunan berat akhir, tingkat pertumbuhan, dan rasio efisiensi protein tetapi pada tingkat yang jauh lebih kecil daripada di akuarium. Ikan yang diberi ransum 13% CP memiliki pertumbuhan dan pemanfaatan pakan (PER dan FCR) yang serupa dengan yang diberi ransum kontrol ($P > 0,05$). Tingkat serat pakan yang tinggi bersama dengan adanya faktor antinutrisi (ANF) dalam diet CP dapat menjelaskan mengapa nila tumbuh lebih sedikit dan penggunaan pakan lebih rendah. Produktivitas alami kolam dapat diasumsikan sebagai faktor yang dapat menjelaskan mengapa hasil di keramba lebih baik daripada di akuarium. Hasil menunjukkan bahwa inklusi CP dalam pakan ikan nila mungkin dibatasi tidak lebih dari 130 % ketika ikan dibesarkan di kolam tanah dan pakan alami tersedia.

Studi tentang pemberian benur (*Oreochromis aureus*), CP yang diberi perlakuan dengan bakteri dari genus *Bacillus* sp. (BT-CP) pada konsentrasi 6%, digunakan untuk menggantikan tepung terigu; tidak ada efek samping yang diamati dalam hal pertumbuhan dan parameter pemanfaatan makanan dilaporkan dengan ampas kopi (Ulloa dan Verreth, 2002).

Penelitian yang dilakukan oleh Bautista et al. (2005) untuk mengevaluasi penggunaan silase CP ekologis pada pakan benih cachamay (*Colossoma x Piaractus*). Dua jenis silase ampas kopi ekologis digunakan: satu tanpa molase (A) sebagai kontrol dan satu lagi dengan molase 5% (B). Setiap jenis ampas kopi dievaluasi pada empat tingkatan 0, 10, 15, 18%. Evaluasi dilakukan selama delapan puluh empat hari. Tujuh perlakuan eksperimental diuji; ada tujuh keramba per perlakuan dengan lima ekor ikan per keramba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertambahan berat dan panjang badan terbaik ($P < 0,05$) adalah pada diet 18% A dengan masing-masing 0,53 g/hari dan 0,68 mm/hari. Hasilnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua jenis CP ekologis tersebut. Oleh karena itu, tidak perlu menambahkan tetes tebu ke dalam CP selama ensilase. Pada penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa silase CP ekologis dapat digunakan sebagai alternatif dalam pemberian pakan *Colossoma x Piaractus*, dengan level 18% selama masa pertumbuhan.

KESIMPULAN

Coffee pulp dapat memberikan dampak buruk pada pertumbuhan ikan apabila diberikan dalam dosis yang berlebihan, dan dapat digunakan sebagai pengganti berbagai bahan baku sumber karbohidrat dalam pakan. Terdapat potensi untuk melakukan fortifikasi CP untuk meningkatkan nilai nutrisi dan manfaat dari bahan tersebut. Perlu ada kajian dan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh CP dalam formulasi pakan terhadap pertumbuhan dan Kesehatan ikan budidaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram atas kemudahan mengakses artikel dalam website *Proquest*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, R.C., F. Rodrigues, M. Antónia Nunes, A.F. Vinha, M.B.P.P. Oliveira. (2017). State of the Art in Coffee Processing By-Products, Elsevier Inc, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811290-8.00001-3>.
- Alzueta, C., Treviño, J., & Ortiz, L. (1992). Effect of tannins from faba beans on protein utilisation in rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(4), 551-553.
- Bayne, D. R., Dunseth, D., & Ramirios, C. G. (1976). Supplemental feeds containing coffee pulp for rearing Tilapia in Central America. *Aquaculture*, 7(2), 133-146.
- Bautista, E. O., Pernía, J., Barrueta, D., & Useche, M. (2005). Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*). *Revista Científica*, 15(1), 33-40.
- Betancourt D, Rodríguez C and Benavides OL (2016) Producción de un mejorador de suelos a partir de la transformación biológica de pulpa de café (*Coffea arabica*), cepa de plátano (*Musa paradisiaca*) y estiercol de cuy (*Cavia porcellus*). *Vitae*, 23: S522– S525.
- Bonilla-Hermosa, V. A., Duarte, W. F., & Schwan, R. F. (2014). Utilization of coffee by-products obtained from semi-washed process for production of value-added compounds. *Bioresource technology*, 166, 142-150.

- Braham, J. E., & Bressani, R. (1979). Coffee pulp: composition, technology, and utilization. IDRC, Ottawa, ON, CA.
- Carmen, M. T., Lorena, Z. C., Alexander, V. A., Amandio, V., & Raúl, S. (2020). Coffee pulp: An industrial by-product with uses in agriculture, nutrition and biotechnology. *Reviews in Agricultural Science*, 8, 323-342.
- Cervantes R, Ponce de León D, Balmaseda Espinosa C, Cabrera Alfonso JR and Fernández Chuairey L (2015b) Efecto de la pulpa de Coffea arábica L., sobre suelos del macizo montañoso Guamuhaya. *Rev. Ciencias Técnicas Agropecu.*, 24 (2): 38–43.
- Christensen, M. S. (1981). Preliminary tests on the suitability of coffee pulp in the diets of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and catfish (*Clarias mossambicus* Peters). *Aquaculture*, 25(2-3), 235-242.
- Cisneros-Rojas CA, Franco JM, Realpe Fernández M and Fuenmayor JC (2017a) Influencia de microorganismos en la disponibilidad de fósforo en plántulas de café (*Coffea arabica*). *Biotecnología en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, 15 (1): 19–26.
- Cisneros-Rojas CA, Sánchez de PM and Menjivar FJC (2017b) Efecto de bacterias solubilizadoras de fosfatos sobre el desarrollo de plántulas de café. *Agron. Mesoam.*, 28 (1): 149–158.
- Clifford, M., Ramírez, J., (1991). Phenols and Caffeine in wet-processed coffee beans and coffee pulp. *Food Chemistry* 40, 35–42.
- De Colmenares, N. G., Ramírez-Martínez, J. R., Aldana, J. O., & Clifford, M. N. (1994). Analysis of proanthocyanidins in coffee pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 65(2), 157-162.
- de Colmenares, N. G., Ramírez-Martínez, J. R., Aldana, J. O., Ramos-Niño, M. E., Clifford, M. N., Pékerar, S., & Méndez, B. (1998). Isolation, characterisation and determination of biological activity of coffee proanthocyanidins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77(3), 368-372.
- Diamahesa, W. A., & Muahiddah, N. (2022^a). Potensi Ampas Kopi Dan Kulit Kopi Sebagai Bahan Baku Alternatif Pada Pakan Ikan: Potential Use Of Coffee Ground And Coffee Silver Skin As Alternative Ingredients In Fish Feed. *JURNAL SAINS TEKNOLOGI & LINGKUNGAN*, 8(2), 164-171.
- Diamahesa, W. A., & Muahiddah, N. (2022^b). Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Sumber Antioksidan untuk Ikan Budidaya. *Journal of Fish Nutrition*, 2(2), 131-140.
- Diamahesa, W. A., & Muahiddah, N. (2022^c). Peningkatan Kualitas Kulit Kopi dengan Metode Fermentasi untuk Budidaya Ikan. *Journal of Fish Nutrition*, 2(2), 141-147.
- Diamahesa, W. A., & Muahiddah, N. (2023). Potential Utilization of Coffee Husk Waste in fisheries (Review). *Journal of Fish Nutrition*, 3(1), 8-18.
- El Achaby M, Ruesgas-Ramón M, Fayoud N-EH, Figueroa-Espinoza MC, Trabadelo V, Draoui K and Ben Youcef H (2019) Bio-sourced porous cellulose microfibrils from coffee pulp for wastewater treatment. *Cellulose*, 26 (6): 3873–3889.
- Fagbenro, O. A., & Arowosoge, I. A. (1991). Growth response and nutrient digestability by *Clarias isheriensis* (Sydenham, 1980) fed varying levels of dietary coffee pulp as replacement for maize in low-cost diets. *Bioresource technology*, 37(3), 253-258.
- Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2009). Coffee processing solid wastes: current uses and future perspectives. *Agricultural wastes*, 9, 155-189.

- Gonza´lez, N., Rama´rez, J., Aldana, J., Clifford, M. (1994). Analysis of proanthocyanidins in coffee pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 65, 157–162.
- Heeger A, Kosińska-Cagnazzo A, Cantergiani E and Andlauer W (2017) Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of Cascara beverage. *Food Chem.*, 221: 969–975.
- Huerta G, Martínez-Carrera D, Sánchez JE and Leal-Lara H (2009) Grupos de interesterilidad y productividad de cepas de *Pleurotus* de regiones tropicales y subtropicales de México. *Rev. Mex. Micol.*, 30: 31–42.
- Iswanto T, Hendriani N, Shovitri M, Altway A and Widjaja T (2019a) The effect of mixed biological pretreatment and peg 4000 on reducing sugar production from coffee pulp waste. *Int. J. Technol.*, 10 (3): 453–462.
- Iswanto T, Shovitri M, Altway A, Widjaja T, Kusumawati DI and Lisdiyanti P (2019b) Isolation and identification of caffeine- degrading bacteria from soil, coffee pulp waste and excreted coffee bean in Luwak feces. *Biodiversitas*, 20 (6): 1580–1587.
- Madahava Naidu, M.; Vijayanada, P.; Usha Devi, A.; Vijayalakshmi, M.R.; Ramalakshmi, K. (2004). Utilization of coffee by-products in food industry, preparation of jam using coffee pulp as raw material. In *Plantation Crops Research and Development in the New Millennium: PLACROSYM XIV*; Rethinam, P., Ed.; Indian Society for Plantation Crops: Kasaragod, India. pp. 201–203.
- Moreau, Y., Arredondo, J. L., Perraud-Gaime, I., & Roussos, S. (2003). Dietary utilisation of protein and energy from fresh and ensiled coffee pulp by the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46, 223-231.
- Murthy, P.S., M. Madhava Naidu, (2012) Sustainable Management of Coffee Industry By- Products and Value Addition - A Review, Elsevier B.V, 2012, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec>.
- Pandey, A., Soccol, C.R., Nigam, P. and Soccol, V. T. (2000a) Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: sugarcane bagasse, *Bioresource Technology*, 74 69-80.
- Pandey, A., Soccol, C.R., Nigam, P., Brand, D., Mohan, R. and Roussos, S. (2000b) Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses, *Biochemical Engineering Journal*, 6, 153-162.
- Porres, C., Alvarez, D., & Calzada, J. (1993). Caffeine reduction in coffee pulp through silage. *Biotechnology advances*, 11(3), 519-523.
- Ramirez Velez, A.; Jaramillo Lopez, J.C. Process for Obtaining Honey and/or Flour of Coffee from the Pulp or Husk and the Mucilage of the Coffee Bean. U.S. Patent No. US20150017270A1, 14 December 2011.
- Ramirez-Coronel, M.A., N. Marnet, V.S.K. Kolli, S. Roussos, S. Guyot, C. Augur, Characterization and estimation of proanthocyanidins and other phenolics in coffee pulp (*Coffea arabica*) by thiolysis-high-performance liquid chromatography, *J. Agric. Food Chem.* 52 (2004) 1344–1349, <https://doi.org/10.1021/jf035208t>.
- Randhir T and Genge C (2005) Watershed based, institutional approach to developing clean water resources. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 41 (2): 413–424.
- Rasowo, J., & Ochieng, R. S. (2005). Nutrient utilization and growth response of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on varying levels of dietary raw and boiled

- coffee pulp as a replacement for rice bran. *Discovery and Innovation*, 17, 110-116.
- Rojas, J. U., & Verreth, J. A. J. (2003). Growth of *Oreochromis aureus* fed with diets containing graded levels of coffee pulp and reared in two culture systems. *Aquaculture*, 217(1-4), 275-283.
- Roussos S, de los Angeles Aquíahuatl M, del Refugio Trejo-Hernández M, Gaime Perraud I, Favela E, Ramakrishna M, Raimbault M and Viniegra-González G (1995) Biotechnological management of coffee pulp – isolation, screening, characterization, selection of caffeine-degrading fungi and natural microflora present in coffee pulp and husk. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 42 (5): 756– 762.
- Terrill, T. H., Douglas, G. B., Foote, A. G., Purchas, R. W., Wilson, G. F., & Barry, T. N. (1992). Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing sulla (*Hedysarum coronarium*) and perennial pasture. *The Journal of Agricultural Science*, 119(2), 265-273.
- Torres-Mancera^a, M.T.; Baqueiro-Peña, I.; Figueroa-Montero, A.; Rodríguez-Serrano, G.; González-Zamora, E.; Favela-Torres, E.; Saucedo-Castañeda. (2013) G. Biotransformation and improved enzymatic extraction of chlorogenic acid from coffee pulp by filamentous fungi. *Biotechnol. Prog.* 29, 337–345. [Google Scholar] [CrossRef]
- Torres-Mancera^b, M.-T.; Cordova-López, C.J.; Rodríguez-Serrano, G.; Roussos, S.; Ramírez-Coronel, M.A.; Favela-Torres, E.; Saucedo-Castañeda (2011) G. Enzymatic extraction of hydroxycinnamic acids from coffee pulp. *Food Technol. Biotechnol.* 49, 369–373. [Google Scholar]
- Ulloa R, J. B., & Verreth, J. A. (2002). Growth, feed utilization and nutrient digestibility in tilapia fingerlings (*Oreochromis aureus* Steindachner) fed diets containing bacteria-treated coffee pulp. *Aquaculture Research*, 33(3), 189-195.
- Ulloa, J. B., Van Weerd, J. H., Huisman, E. A., & Verreth, J. A. J. (2004). Tropical agricultural residues and their potential uses in fish feeds: the Costa Rican situation. *Waste management*, 24(1), 87-97.