

## PEMANFAATAN LIMBAH PANGAN MENJADI ECO-ENZYME DAN ENERGI TERBARUKAN MENUJU WIRAUSAHA BARU DI KELURAHAN BOJONG KULUR, KECAMATAN GUNUNG PUTRI, KABUPATEN BOGOR

Lilik zulaihah<sup>1</sup>, Amir Marasabessy<sup>2</sup>, Siti Rohana Nasution<sup>3\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Email: [lilikzulaiha@yahoo.com](mailto:lilikzulaiha@yahoo.com)<sup>1</sup>, [srnasution@upnvi.ac.id](mailto:srnasution@upnvi.ac.id)<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Program studi Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Email: [amirmarasabessy@upnvi.co.id](mailto:amirmarasabessy@upnvi.co.id)<sup>2</sup>

### ABSTRACT

*Food waste is one type of organic waste originating from food residues that are no longer suitable for consumption, unused, processed residues or failed products during the production process. Garbage in Bojong Kulur Village, Gunung Putri Subdistrict, Bogor Regency is a fairly complicated problem, considering that the village is flanked by the Cikeas River and Cileungsi River, there is a buildup of garbage, especially organic which causes the area to flood frequently during the rainy season. Solutions to Problems that have been implemented: (1) Community understanding training to care about environmental conditions towards a healthy environment, (2) Community optimization discussion forum in organic waste management using simple and low-cost appropriate technology into eco-enzymes and briquettes (4) training and practice to increase creativity and inventiveness of waste-based products accompanied by economic calculations in order to produce prospective new entrepreneurs. The abundance of raw materials around the Bojong Kulur village community, followed by a simple production process, and does not cost much, it is hoped that the price of this alternative fuel will be much cheaper than subsidized fuel such as kerosene. Meanwhile, fruit and vegetable waste can be managed through a fermentation process into an ecoenzyme that has many benefits and can be used directly by residents in their daily activities.*

**Keywords:** Waste, Annorganic, Eco-Enzyme, Briquettes

### ABSTRAK

Limbah pangan adalah salah satu jenis limbah organik yang berasal dari sisa bahan makanan yang sudah tidak layak dikonsumsi, tidak terpakai, sisa olahan maupun produk gagal pada saat proses produksi. Sampah di desa bojong kulur, kecamatan gunung putri, kabupaten bogor merupakan permasalahan yang cukup rumit, mengingat desa tersebut diapit oleh sungai cikeas dan sungai cileungsi, terjadi penumpukan sampah khususnya organik yang mengakibatkan daerah tersebut sering terjadi banjir pada musim hujan. Solusi Permasalahan yang sudah dilaksanakan: (1) Pelatihan pemahaman masyarakat untuk peduli terhadap kondisi lingkungan menuju lingkungan sehat, (2) Forum diskusi optimalisasi masyarakat dalam pengelolaan sampah organik dengan teknologi tepat guna secara sederhana dan berbiaya rendah menjadi eco-enzym dan briket (4) pelatihan dan praktek peningkatan kreativitas serta daya cipta produk berbasis sampah disertai perhitungan secara ekonomi guna menghasilkan calon wirausaha baru. Melimpahnya bahan baku yang ada di sekitar lingkungan masyarakat desa bojong kulur, diikuti dengan proses produksi sederhana, serta tidak banyak memakan biaya diharapkan harga bahan bakar alternatif ini akan jauh lebih murah dibandingkan bbm subsidi seperti minyak tanah. Sedangkan limbah buah-buahan dan sayuran dapat dikelola melalui proses fermentasi menjadi eco enzym yang banyak manfaatnya serta dapat dimanfaatkan langsung oleh warga dalam kegiatan sehari-hari.

**Kata Kunci:** Limbah, Anorganik, Eco-Enzyme, Briket

## 1. PENDAHULUAN

Sisa makanan atau sering juga disebut sebagai smapah organik atau limbah pangan adalah salah satu jenis limbah organik yang berasal dari sisa bahan makanan yang sudah tidak layak dikonsumsi, tidak terpakai, sisa olahan maupun produk gagal pada saat proses produksi. Limbah pangan masuk ke dalam jenis limbah yang mudah terurai oleh mikroorganisme karena sifatnya yang mempunyai rantai kimia pendek. Hasil uraian dari mikroorganisme tersebut cenderung berbau dan membusuk. Sebagian besar bahan yang terkandung dalam limbah pangan bersifat organik seperti: Karbohidrat, Lemak, Protein dan Garam. Limbah pangan pada dasarnya berasal dari berbagai kegiatan seperti: pertanian, perikanan, industri pangan, rumah Tangga, peternakan, dan perkebunan.

Guna mengatasi banyak sisa makan, perlu ada teknologi berkelanjutan dimulai dari tahap reduksi, pemakaian ulang, daur ulang, dan pemulihan. Reduksi dilakukan dengan cara mengubah limbah menjadi bahan lain yang lebih baik kualitasnya; Pemakaian ulang dilakukan di dalam pabrik yang bersangkutan maupun dilakukan oleh pabrik lain; proses daur ulang dilakukan dengan cara mengubah limbah menjadi produk yang mempunyai nilai jual dan nilai tambah; serta pemulihan untuk mendaur ulang air dan minyak/lemak.[1] Penanganan limbah dalam konteks ini lebih bersifat mengobati daripada mencegah, dan hal ini merupakan serangkaian kegiatan yang terdiri dari pengurangan limbah atau reduksi; pengumpulan dan penyimpanan sementara limbah untuk kemudian diangkut dan dibawa ke tempat pembuangan limbah; pemanfaatan limbah yang dapat berupa daur ulang atau pemakaian kembali; perlakuan penanganan limbah.

Eco enzyme adalah cairan yang diproduksi dari fermentasi sampah organik. Dari proses fermentasi ini, dihasilkan kandungan desinfektan karena adanya alkohol atau senyawa kimia asam. Fungsinya, banyak. Untuk merawat rumah, cairan ini bisa digunakan untuk pembersih lantai, kaca, atau permukaan perabot plastik. Eco enzyme juga bisa dipakai untuk mencuci buah dan sayuran. Untuk tanaman, cairan ini bisa membantu menyuburkan tanaman sekaligus menjadi pestisida alami. Jadi eco enzyme adalah hasil dari fermentasi limbah dapur organik seperti ampas buah dan sayuran, gula (gula coklat, gula merah atau gula tebu), dan air. Warnanya coklat gelap dan memiliki aroma fermentasi asam manis yang kuat.

Sampah organik basa yang berasal dari sisa-sisa makanan, berupa tulang ikan, potongan sayur mayur, nasi, buah-buahan dan lain-lain yang dengan cepat proses pembusukan sehingga mengakibatkan bau, maka dapat dikelola dengan menggunakan pengelolaan sampah berbasis briket. Sampah daun-daun kering yang melimpah di lingkungan masyarakat kurang dapat dimanfaatkan dapat dicampurkan dengan sisa makanan basah dengan metode yang sama untuk memproduksi briket.. Berdasarkan unsur kimianya, setiap daun atau rumput mengandung unsur karbon dan air. Target berikutnya adalah masyarakat dapat menghemat keuangan dari pembelian bahan bakar gas LPG serta dapat berwirausaha briket sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **a. Eco Enzyme**

Dari hasil Fermentasi kulit buah-buahan atau sayuran atau sisa organik yang belum busuk yang ditambahkan dengan gula dan air menghasilkan suatu larutan zat organik yang disebut sebagai econym. Larutan ini warna agak keruh dan memiliki aroma asan yang cukup segar dan kuat. Pertama kali Eco enzyme ini ditemukan dan dikembangkan di negara Thailand oleh seorang periset yang cukup aktif bergerak dan berkecimpung di dalam eco enzyme hamper selama 30 tahun yaitu Dr. Rosukan Poompanvong. Beliau pernah mendapatkan penghargaan dari Food and Agriculture Organization PBB. Kemudian Manfaat dan kegunaan Eco enzyme ini di sebar luaskan oleh Dr. Joean Oon, Director of the Centre for Naturopathy and Protection of Families in Penang Malaysia. Sehingga eco enzym ini mulai dikenal luas di masyarakat.

**Gambar 1 : Manfaat Eco Enzyme**



Manfaat dan kegunaan coenzym ini cukup banyak eco enzym bisa digunakan sebagai starter (ease) untuk menjernihkan air sungai yang keruh, atau bisa juga untuk membantu pengurai dalam septic tank dengan cara larutan ini dimasukkan ke dalam kloset. Eco enzyme juga bisa digunakan sebagai bahan untuk mempercepat proses kompos di dalam tanah. Sisa eco enzim ini dimasukan kedalam tanah selapis demi selapis sehingga membantu proses composting. Cairan eco enzym ini juga bisa digunakan sebagai cairan pembersih rumah untuk membersihkan lantai, mencuci piring dan gelas kotor juga perabotan rumah tangga lainnya. Campuran eco enzym ini juga bisa digunakan sebagai hand sanitizer, dna sebagai disinfektan.

**b. Briket Sampah**

Ketergantungan penggunaan gas LPG dan bahan bakar Minyak (BBM) untuk energi sebagai bahan bakar oleh masyarakat Di Indonesia cukup besar. Sedang bila beralih ke Listrik peralatan yang akan digunakan harganya cukup mahal. Sehingga perlu dilakukan suatu upaya untuk dapat menghasilkan sumber energi alternatif. Briket adalah salah satu alternatif bahan bakar. Penggunaan briket dengan kompor briket yang tentunya kompor ini tidak terlalu mahal harga nya sehingga dapat dijangkau masyarakat. Untuk bahan dasar pembuat briket bisa menggunakan sampah organic. Misalnya menggunakan sampah daun kering sampah batang batang dan ranting , dan sampah rumah tangga dari sisa sisa makanan. Sampah ini cukup banyak dihasilkan dari masyarakat dengan proses pengolahan pembakaran dapat dijadikan sebagai briket yang berasal dari sampah organic yang kita sebut sebagai Briket Sampah

**Gambar 2 Kompor Briket sampah**



Pengelolaan sampah organic selama ini hanya dijadikan sebagai pupuk kompos dengan proses compositing baik proses terbuka maupun tertutup. Sebenarnya sampah organic ini juga bisa dimanfaatkan sebagai suatu sumber alternatif bahan bakar yaitu sebagai briket sampah.

Briket sampah organik bisa menggantikan briket batu baru atau briket arang. Dengan proses yang cukup mudah sampah organik ini juga bisa diproses menjadi briket sampah. Dengan adanya pengelolaan sampah organik menjadi briket berarti bisa menuju *zero waste*. Semua sampah yang berasal dari sampah rumah tangga bisa diolah menjadi hal yang lebih berguna. Apabila setiap rumah tangga memisahkan sampah organik dan anorganik maka jumlah sampah dapat dikurangi. Sampah anorganik seperti plastic, kaca, kertas bisa dijual di bank sampah dan memiliki harga, sedangkan yang sampah organik bisa menjadi pupuk kompos, atau diolah menjadi briket sampah. Pembuatan briket sampah ini bila dikoordinasikan dengan baik dan dilakukan pengelolaan dengan benar bisa menjadi bentuk usaha baru yaitu dari sampah menjadi briket dan mempunyai nilai jual. Berdasarkan kebutuhan masyarakat bahan bakar menjadi salah satu kebutuhan utama masyarakat. Dega alternatif sampah menjadi briket sebagai salah satu peluang alternatif energi baru yang murah.

### 3. METODE PELAKSANAAN

#### a. Pengelolaan Limbah Buah Dan Sayuran Menjadi Eco-enzym

Proses Fermentasi limbah buah-buahan dan sisa sayuran menjadi Eco Enzym Bahan-bahan yang dibutuhkan adalah, 500 ml air; 50 gram gula pasir (bisa juga dengan gula merah); 150 gram kulit buah. Peralatan yang digunakan, Botol plastik bekas ukuran 1 liter; Timbangan digital; Corong. Proses pembuatannya adalah, Tempat atau wadah untuk proses fermentasi disiapkan sebaiknya gunakan tempat atau wadah yang berbahan dasar plastic beserta tutupnya. Jangan gunakan wadah atau tempat yang berasal dari logam atau kaca. Hal ini dikarenakan jika bahan berasal dari logam Ketika proses fermentasi bahan dasar logam agak terkikis atau larut disaat proses fermentasi. Sedangkan apabila menggunakan kaca Ketika proses fermentasi akan menghasilkan gas sehingga dikhawatirkan wadah yang terbuat dari bahan dasar kaca bisa pecah. Kemudian siapkan bahan-bahan berupa kulit buah-buahan atau kulit sayuran, air dan gula dengan komposisi 10 air, 1 gula dan 3 kulit buah-buahan atau sayuran. Masukkan semua bahan sesuai komposisi misalkan 500 ml air, 50 gram gula dan 150 kulit buah-buahan atau sayuran. Untuk wadah sebaiknya ukuran wadah adalah 3 kali berat isi sehingga Ketika semua bahan dimasukkan masih terdapat sisa ruang. Sisa ruang ini untuk ruang gas hasil dari fermentasi. Ketika memasukan semua bahan sebaik jangan diaduk cukup wadah dalam posisi tertutup di balik atau di jungkirkan untuk proses pencampurannya. Setelah semua bahan tercampur simpan pada lokasi yang teduh atau dingin dan tidak terkena sinar matahari secara langsung dan tidak boleh disimpan didalam lemari es atau kulkas. Proses fermentasi ini membutuhkan waktu kurang lebih selama 3 bulan untuk daerah tropis dan sekitar enam (6) bulan untuk wilayah subtropis. Setelah itu eco enzym siap untuk dipanen. Selama proses fermentasi yaitu Ketika proses berjalan 1 minggu wadah atau tempat fermentasi sebaiknya tutup dibuka untuk mengurangi gas yang ada di dalam wadah pada Bulan pertama setiap minggu tutup dibuka kemudian ditutup Kembali setelah bulan kedua cukup dibuka 2 minggu sekali dan pada bulan ke 3 eco enzym siap digunakan.

Pendampingan praktek pembuatan eco enzym dari limbah Buah-buahan dan sayur mayur :

Bahan Yang digunakan dan jumlah peserta:

- Masing-masing RT mengirimkan 3-5 warga, dengan membawa limbah buah-buahan atau sayuran.
- Membawa tempat fermentasi berupa ember atau panci atau botol plastic.
- Setiap RT memproduksi eco-enzym dengan bahan baku yang sudah dibawa oleh warganya.
- Setelah 3 bulan setiap RT mengirimkan laporan dengan membawa produk eco-enzym melalui pertemuan di balai RW dengan dihadiri tim PKM UPNVJ.e.

Forum diskusi produk eco-enzym dan mengangkat permasalahan yang dihadapi anggota PKK

selama proses fermentasi berlangsung. Hal lain yang perlu diperhatikan bahwa dari hasil percobaan pembuatan eco enzym kulit buah buah memberikan aroma yang cukup kuat terutama untuk buah buah an yang mempunyai rasa asam yang kuat.

Rekomendasi hasil fermentasi yang paling kuat aroma nya adalah kulit jeruk, terutama jeruk nipis dan lemon. Apabila akan dilakukan pencampuran sebaiknya gunakan komposisi sebesar 80 % kulit sayuran dan 20 % kulit buah buahan Penentuan komposisi pencampuran akan sangat berpengaruh terhadap aroma eco enzym yang dihasilkan.

**Gambar 3 Eco Enzyme**



**Gambar 4. Pelaksanaan Pembuatan Eco Enzyme**



Reaksi proses fermentasi sebagai berikut,



Dalam proses fermentasi akan dihasilkan ozon atau struktur kimianya adalah O<sub>3</sub>. Ozon biasanya berada di bawah lapisan stratosfor fungsi nya adalah untuk mengurangi gas rumah kaca dan logam berat yang terkandung di dalam atmosfer. Dalam proses fermentasi ini juga dihasilkan Nitrat (NO<sub>3</sub>) juga dihasilkan Karbon trioksida (CO<sub>3</sub>). Nitrat dan Karbon trioksida ini sangat dibutuhkan oleh tanah sebagai nutrient. Sehingga dalam proses pembuatan fermentasi ini menghasilkan ecoenzym selain itu juga menghasilkan Ozon (O<sub>3</sub>), Nirta (NO<sub>3</sub>) dan Karbon trioksida (CO<sub>3</sub>)

**b. Pengelolaan sisa makanan Basah Menjadi briket Sampah**

Sampah organik basa yang berasal dari sisa-sisa makanan, berupa tulang ikan, potongan sayur mayur, nasi, buah2an dan lain-lain yang dengan cepat proses pembusukan sehingga mengakibatkan bau, maka dapat dikelola dengan menggunakan pengelolaan sampah berbasis briket. a. Persiapan Pengelolaan limbah dapur menjadi Briket, b. Tim bersama mahasiswa praktek pembuatan Briket limbah sisa makanan, yang terdiri dari: krecek, ayam, gudeg, kulit manga, ampas the dan roti. c. Semua bahan dipanaskan dengan oven atau panic bekas selama 15 menit. Setelah menjadi arang didinginkan kemudian dihaluskan dan dilakukan pengayakan, guna memperoleh hasil briket yang halus dan rata. e. Ditambahkan tepung tapioka sebanyak 10% dari total berat dan dicairkan kemudian dipanaskan sehingga dapat digunakan sebagai perekat f. Proses pencetakan briket dengan penekanan untukurangi adanya asap yang air tepung tapioka.

**Gambar 5 Proses pembuatan Briket sampah**



**Gambar 6 Produk briket sampah basah yang siap untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah maupun bahan bakar gas**



Proses pembuatan briket sampah dari sisa makanan basah, baik dari sisa buah-buahan, sayur mayor, maupun dari sisa makan walaupun sudah basi, dengan cara sebagai berikut: a. Siapkan semua bahan yaitu sampah organik dari limbah Rumah tangga yang akan diolah menjadi briket dan peralatan juga tempat kerja, b. Lakukan pembakaran sampah organik pada wadah yang sudah disediakan bisa berupa tong atau drum logam sampah selama lebih kurang dari 10 menit hingga menjadi arang. c. Apabila sampah organik telah menjadi arang, keluarkan arang, biarkan beberapa saat agar panas mereda, kemudian ditumbuk dan diayak. d. siapkan tepung tapioka hingga menjadi bubur lem dengan cara di campurkan air dan dipanaskan. e. Campurkan arang halus dengan bubur lem tepung tapioka dengan perbandingan ideal 2 kg bubur tapioka dengan 10 kg arang halus (dengan kelipatan perbandingannya) sampai merata, f. Masukkan campuran bubuk arang dengan bubur tapioka ke dalam cetakan, Keringkan briket basah yang telah di cetak dengan cara menjemurnya di bawah sinar matahari atau panaskan dalam tungku pengering/ oven. g. Setelah cetakan briket kering simpan briket sampah dan siap untuk digunakan.

**c. Analisis Ekonomi Briket Sampah**

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang dilakukan dari hasil pengolahan briket yang berasal dari sampah organik didapatkan suatu peluang untuk alternatif bahan bakar lain selain BBM sebagai alternatif energi dengan memanfaatkan limbah organik. Bahwasanya dengan pengelolaan sampah organik bisa menghasilkan bahan bakar yang mempunyai nilai kalor

sekitar 3500 kalori/gr. Parameter kadar kalor sebagai salah satu penentu kualitas bahan bakar dengan kadar kalor sekitar 3500 kalori.gr sudah cukup layak untuk dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif, kadar abu kering kurang lebih 10 % dari berat kering,yang dihasilkan dari hasil pembakarannya. dan kadar air di bawah 7,5 % . Dan dari perhitungan biaya produksi untuk kapasitas 16.000 kg/tahun dengan biaya sekitar Rp 47.000.000,00 atau setara dengan Rp. 2937,50 /kg. Apabila harga jual briket per kilogramnya adalah Rp.4.500,00 dengan asumsi kapasitas harian sebesar 60 kg perhari. Dari perhitungan biaya pokok produksi Rp 2937,50 dan harga jual Rp.4.500,00 berarti margin yang didapatkan kurang lebih 50 % dari harga pokok produksi. Apabila dibandingkan dengan penggunaan gas elpiji kapasitas 3 kg dengan harga Rp.20.000,00 yang bisa digunakan kurang lebih untuk kebutuhan rumah tangga sehari hari sekitar 7 hari. Maka penggunaan briket dari sampah organik ini lebih efisien.

### KESIMPULAN

1. Limbah sayuran dan limbah buah-buah melalui proses fermentasi dapat menghasilkan eco-enzym yang mempunyai banyak manfaat, baik untuk limbah buah-buahan yang satu jenis maupun yang dicampur dengan berbagai jenis buah-buahan,. Limbah sayuran lebih mudah terjadi proses fermentasi bila dicampurkan dengan limbah buah-buahan.
2. Limbah pangan baik yang sudah melalui proses pemasakan atau sisa makanan basah, maupun bahan pangan segar melalui proses pembakaran dengan memakan waktu antara 20-30 menit dapat menghasilkan arang sebagai bahan bakar padat (Carbon). Untuk meningkatkan nilai ekonomi yang lebih tinggi, maka perlu adanya pemrosesan arang menjadi briket, dengan proses sederhana dan berbiaya murah.
3. Estimasi dengan perencanaan kapasitas produksi sebesar 50 kg perhari atau setara dengan 15.600 kg per tahun dengan asumsi hari kerja efektif sebanyak 300 hari kerja. Maka harga pokok produksi RP. 46.416.000,-. Untuk Briket sampah adalah. Jika besarnya margin 50 % maka harga jual Briket dipasarkan dengan harga Rp. 4.500,00 per kilogram nya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 01- 6235-2000 Tentang Briket Arang. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. SNI 19- 2454-1991 Tentang Tata Cara Teknik Pengolahan Sampah Perkotaan. Jakarta :
- Badan Standarisasi Nasional. British Standart. 1997. BS 1016 : Methods for Analysis and Tensting of Coal and Coke. Inggris : British Standart
- Aboh, M., Oladosu, P., dan Ibrahim, K. (2013). Antimicrobial Activities Of Some Brands Of Households Disinfectants Marketed In Abuja Municipal Area Council, Federal Capital Territory, Nigeria. American Journal Of Research Communication. 1(8): 172-183.
- Ana, C.-C.; Jesus, P.-V.; Hugo, E.-A.; Teresa, A.-T.; Ulises, G.-C.; Neith, P. Antioxidant capacity and UPLC–PDAESI–MS polyphenolic profile of Citrus aurantium extracts obtained by ultrasound assisted extraction. J. Food Sci. Technol. 2018, 55, 5106–5114.
- Lilik Zulaihah, Adella Hotnida Siregar, Amir Marasabessy, [Pengelola Sampah Organik Berbasis Biopori Di Kelurahan Bojong Kulur, Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor Diakses Dari <https://Www.Kompas.Com/Homey/Read/2022/01/24/121500376/Eco-Enzyme-Cara-Memanfaatkan-Limbah-Dapur-Untuk-Tanaman?Page=All>](#)
- Lilik Zulaihah, Akalily Mardhiyya, M Rachman Waluyo [Kelompok Pemuda Pengelola Bahan Bakar Briket Daun Kering Di Desa Bojong Kulur, Kabupaten Bogor](#), Publication Date, 2019/11/13 Journal, Ikra-Ith Abdimas Diakses Dari



[https://scholar.google.co.id/citations?viewop=viewcitation &hl=en&user=yec329waaaaj&citationfor\\_view=yec329waaaaj:Ufrvopgsrksc](https://scholar.google.co.id/citations?viewop=viewcitation&hl=en&user=yec329waaaaj&citationfor_view=yec329waaaaj:Ufrvopgsrksc)

Amir Marasabessy, Lilik Zulaihah, Nurfajriah Nurfajriah, [Analisis Ekonomi Briket Dari Sampah Daun Kering Di Desa Bojong Kulur, Kecamatan Gunung Putri Kabupaten Bogor](#) Publication Date; 2019/11/13 Journal; Ikra-Ith Abdimas Diakses Dari

[https://scholar.google.co.id/citations?viewop=viewcitation &hl=en&user=yec329waaaaj&citationfor\\_view=yec329waaaaj:fxgofyzp5qc](https://scholar.google.co.id/citations?viewop=viewcitation&hl=en&user=yec329waaaaj&citationfor_view=yec329waaaaj:fxgofyzp5qc)