

LAPORAN

Kajian Fitoremediasi Eceng Gondok Dan Potensi Pemanfaatan Berbagai Komoditas Hayati

**Disusun Oleh:
Amadea Selma Agnia Elfath**

KAJIAN FITOREMEDIASI ECENG GONDOK DAN POTENSI PEMANFAATAN BERBAGAI KOMODITAS HAYATI

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber daya biologis merupakan aset penting yang memiliki peran strategis dalam mendukung keberlanjutan lingkungan, ketahanan pangan, serta pengembangan ekonomi berbasis hayati. Pemanfaatan sumber daya biologis tidak hanya terbatas sebagai bahan pangan, tetapi juga dapat dikembangkan untuk berbagai kebutuhan industri, kesehatan, energi, hingga konservasi lingkungan.

Salah satu bentuk pemanfaatan sumber daya biologis yang berkembang adalah teknologi fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tumbuhan untuk mengurangi atau menghilangkan pencemar dari lingkungan. Selain itu, berbagai komoditas hayati memiliki karakteristik morfologi yang memungkinkan pemanfaatan bagian tanaman selain sebagai bahan konsumsi, sehingga mampu meningkatkan nilai tambah dan mengurangi limbah biomassa.

Laporan ini membahas aplikasi fitoremediasi menggunakan eceng gondok beserta alternatif pemanfaatan residunya, serta mengkaji karakteristik morfologi beberapa komoditas biologis dan potensi pemanfaatannya dalam berbagai sektor.

1.2 Tujuan

Laporan ini bertujuan untuk:

1. Menjelaskan konsep dan aplikasi fitoremediasi menggunakan eceng gondok.
2. Mengidentifikasi karakteristik eceng gondok yang mendukung proses fitoremediasi.
3. Menjelaskan pengelolaan residu hasil fitoremediasi.
4. Mengkaji karakteristik morfologi beberapa komoditas biologis beserta potensi pemanfaatannya.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Fitoremediasi Menggunakan Eceng Gondok

Fitoremediasi merupakan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan tanaman untuk menyerap, mengakumulasi, mendegradasi, atau menstabilkan bahan pencemar yang terdapat di tanah maupun perairan. Salah satu tanaman yang banyak digunakan sebagai agen fitoremediasi adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Eceng gondok mampu menurunkan kandungan bahan pencemar seperti Chemical Oxygen Demand (COD), tembaga (Cu), dan kromium (Cr) pada limbah cair. Kemampuan tersebut menjadikan tanaman ini sebagai alternatif pengolahan limbah yang relatif murah, mudah diaplikasikan, dan berkelanjutan.

2.2 Karakteristik Eceng Gondok sebagai Fitoremediator

Eceng gondok memiliki sejumlah karakteristik yang mendukung efektivitasnya sebagai tanaman fitoremediator, antara lain:

- Memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat sehingga mampu menutupi permukaan perairan dalam waktu singkat.
- Mampu menyerap berbagai zat organik, anorganik, dan logam berat.
- Memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat melalui pembentukan senyawa fitokelatin.
- Memiliki sistem perakaran yang menjadi habitat mikroorganisme (rhizosfer) sehingga membantu proses degradasi berbagai senyawa pencemar.

2.3 Residu Hasil Fitoremediasi

Kontaminan yang diserap oleh tanaman selama proses fitoremediasi dapat terakumulasi di dalam jaringan tanaman. Akumulasi tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran sekunder apabila biomassa tanaman tidak dikelola dengan baik. Residu yang mengandung logam berat maupun senyawa toksik dapat memasuki rantai makanan apabila dikonsumsi oleh manusia atau hewan. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan lanjutan terhadap biomassa hasil fitoremediasi agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan maupun lingkungan. Limbah atau senyawa toksik yang diserap oleh fitoremediator (tanaman eceng gondok) dari limbah cair tersebut tentunya terakumulasi pada jaringan tanaman itu sendiri sebagai kontaminan. Meski tanaman fitoremediator memiliki mekanisme untuk menghancurkan kontaminan dengan fitodegradasi, beberapa zat tertentu tidak dapat didegradasi sehingga tetap terakumulasi di jaringan tanaman dan biasa disebut residu. Residu tersebut dapat berdampak pada masalah lingkungan, apabila tidak dilakukan proses pengolahan yang berkelanjutan. Beberapa masalah yang dapat terjadi akibat akumulasi residu pada tanaman fitoremediator adalah masalah kesehatan dan lingkungan. Kesehatan manusia atau hewan yang mengonsumsi tanaman fitoremediator dapat terganggu karena masuknya zat-zat toksik pada rantai makanan. Zat-zat toksik tersebut juga dapat mencemari lingkungan apabila tanaman fitoremediator tetap dibiarkan pada lokasi atau lahan yang sama. Namun secara keseluruhan proses fitoremediasi khususnya pada subproses fitodegradasi masih diperlukan penelitian lanjutan untuk dapat memastikan zat-zat toksik yang terakumulasi tanaman dapat terdegradasi sehingga zat berbahaya tersebut tidak masuk ke rantai makanan (CPEO, 2021; Mueller et al, 1999).

2.4 Alternatif Pengolahan Lanjutan Terhadap Residu Fitoremediator

Eceng gondok merupakan salah satu jenis tanaman air yang juga berperan sebagai agen fitoremediasi yang mampu memulihkan lingkungan tercemar dengan menyerap, mendegradasi, dan mentransformasi bahan pencemar, baik senyawa organik maupun logam berat. Eceng gondok juga tergolong tumbuhan air yang umumnya dianggap sebagai gulma. Tanaman ini dapat dengan mudah menyesuaikan diri dengan

lingkungannya, cepat berkembang biak secara generatif maupun vegetatif, mampu bersaing dengan kuat, sehingga dalam waktu singkat akan melimpah dan memenuhi perairan. Pertumbuhan gulma yang sangat cepat ini dapat berdampak pada kesehatan ekosistem perairan. Biomassa tanaman ini berguna untuk bioremediasi dan bioakumulasi polutan dan logam berbahaya, seperti untuk produksi biogas dan biofuel, sumber pakan ikan dan hewan, sumber karbon untuk metabolisme mikroba dalam produksi vermikompos atau kompos, dan beberapa aspek penting lainnya (Ayanda et al., 2020).

- **Vermicomposting**
Vermicomposting adalah proses untuk mengubah biomassa organik menjadi kompos kaya nutrisi menggunakan cacing tanah. Pupuk ini dibuat dengan memelihara cacing dalam tumpukan bahan organik yang membusuk hingga cacing tersebut berkembang biak di dalamnya, kemudian menguraikan sampah organik dan menghasilkan kotoran. Eceng gondok yang telah menjadi pupuk vermikompos bila dikombinasikan dengan kotoran sapi dapat menghasilkan pupuk yang lebih kaya nutrisi, sebagai contoh dapat meningkatkan pertumbuhan *Arachis hypogaea*.
- **Produksi kompos**
Adanya senyawa anorganik seperti nitrogen (N) dan fosfor (P) pada akar tanaman eceng gondok menjadikannya bahan baku yang tepat untuk pembuatan pupuk anorganik dan pembuatan kompos. Kompos yang terbuat dari eceng gondok saja sudah terbukti dapat menghasilkan kompos dengan kualitas yang lebih baik daripada kompos yang dibuat dari kombinasi eceng gondok dan pupuk kandang. Hal ini menunjukkan bahwa eceng gondok yang dikomposkan dapat digunakan sebagai alternatif pengganti gambut disubstrat untuk pembibitan. Oleh karena itu, penggunaan kompos eceng gondok dapat menjadi salah satu cara untuk mencegah terjadinya pencemaran sekunder.
- **Pakan ikan**
Eceng gondok dapat digunakan sebagai bahan baku formulasi pakan ikan. Tanaman ini dapat meningkatkan tingkat protein kasar pakan (karena kandungan protein yang tinggi di daun dan akar tanaman) sehingga dapat membuat pakan akan lebih mudah dicerna. Pakan yang terdiri dari 40% eceng gondok dapat membuat kenaikan berat ikan mas biasa secara signifikan setelah 70 hari.
- **Produksi Biofuel**
Kandungan lignin yang rendah dalam eceng gondok membuat tanaman ini menjadi pilihan yang tepat untuk sumber biomassa, karena selulosa dan hemiselulosa mudah diubah menjadi gula yang dapat difermentasi, sehingga dapat menghasilkan biomassa dalam jumlah besar yang kemudian dapat digunakan untuk produksi biofuel atau bioetanol. Tanaman eceng gondok mengandung 3,8% karbohidrat dan 65,51% selulosa. Kandungan yang terdapat pada eceng gondok ini dapat dijadikan bahan baku yang dapat difermentasi menjadi bioetanol dengan bantuan mikroba *Saccharomyces cereviceae* dan mikroorganisme penghasil etanol lainnya.
- **Produksi pakan ternak**
Bahan kering eceng gondok mengandung protein dan kandungan mineral yang tinggi, sehingga bermanfaat sebagai sumber pakan ternak. Adanya alkaloid dan saponin yang terdapat dalam eceng gondok dapat menjadi suplemen pakan yang baik. Selain itu, eceng gondok juga memiliki serat kasar yang tinggi. Pencampuran eceng gondok ke dalam pakan ternak dilaporkan dapat meningkatkan produksi susu sapi hingga 20%. Eceng gondok yang diubah menjadi silase dan dicampurkan dengan beberapa sumber karbohidrat seperti molase atau singkong dapat meningkatkan kualitas pakan. Hal ini membuktikan

bahwa eceng gondok dapat dijadikan alternatif pakan untuk mengurangi kelangkaan pakan ternak.

- Pembuatan kerajinan tangan dan kertas
Tali dan benang dapat dibuat dari batang eceng gondok. Berbagai kerajinan tangan seperti keranjang, topi, tikar, bahkan furnitur juga dapat dibuat dari eceng gondok. Bahkan, tanaman ini dapat digunakan untuk produksi kertas dan karton. Namun, untuk kualitas yang lebih baik, serat eceng gondok dapat dicampur dengan 50% goni atau kertas bekas. Tanaman ini dapat menunjang perekonomian masyarakat dengan mengolahnya menjadi sesuatu yang memiliki nilai guna. Selain itu, eceng gondok juga dapat digunakan untuk pembuatan papan serat untuk partisi langit-langit dan dinding dalam ruangan.

2.5 Alternatif Pemanfaatan Biomassa Eceng Gondok

Biomassa eceng gondok yang telah dipanen masih memiliki berbagai potensi pemanfaatan, di antaranya:

- Produksi vermikompos.
- Pembuatan kompos.
- Bahan baku pakan ikan.
- Produksi biofuel atau bioetanol.
- Pakan ternak.
- Bahan baku kerajinan tangan, kertas, dan papan serat.

Pemanfaatan tersebut tidak hanya mengurangi limbah biomassa, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomi eceng gondok sebagai sumber daya biologis.

2.6 Karakteristik dan Potensi Pemanfaatan Komoditas Biologis

a. Singkong (*Manihot esculenta*)

Klasifikasi taksonomis:

Divisio	: Spermatophyta
Subdivision	: Angiosperma
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Geraniales
Famili	: Euphorbiaceae
Subfamili	: Euphorbiaceae (Contonoideae)
Tribe	: Manihoteae
Genus	: Manihot
Spesies	: <i>Manihot esculante</i> Crantz atau <i>Manihot utilisima</i>

Karakteristik yang dapat dimanfaatkan selain dikonsumsi langsung:

Singkong merupakan tanaman berumur panjang yang tumbuh di daerah tropika dengan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan yang tinggi, tahan terhadap musim kemarau dan mempunyai kelembaban yang tinggi, tetapi sensitif terhadap suhu rendah. Singkong dapat digunakan bahan langsung sebagai bahan pangan. Singkong mempunyai banyak variasi untuk dapat dibuat sebagai bahan pangan atau bentuk lainnya (Simanjuntak, 2006). Selain digunakan sebagai bahan makanan, tanaman singkong juga dapat dimanfaatkan ke dalam bentuk lainnya. Batang singkong merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan. Salah satu cara untuk memanfaatkannya ialah dengan mengubahnya menjadi arang aktif dan digunakan untuk superkapasitor (Saraswati, 2019).

b. Jabon (*Anthocephalus cadamba*)

Klasifikasi Taksonomi (Setyaji et al., 2014):

Kingdom	: Plantae
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rubiales
Famili	: Rubiaceae
Genus	: Anthocephalus
Spesies	: <i>Anthocephalus cadamba</i> Miq.

Karakteristik yang dapat dimanfaatkan selain dikonsumsi langsung:

Jabon memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jenis kayu lainnya sehingga saat ini menjadi andalan industri perkayuan, termasuk kayu lapis. Kemampuan tumbuh tanaman ini sangat sepadan dengan sengon/albasia apabila mendapatkan perawatan yang optimal. Jabon memiliki keunggulan yaitu lama produksinya yang singkat, sekitar 4-5 tahun. Diameter batang berbentuk silinder dengan tingkat kelurusan yang sangat bagus dan dapat tumbuh berkisar 10 cm/ tahun. Kayu jabon berwarna putih kekuning-kuningan, sehingga memenuhi syarat sebagai penggunaan bahan baku furniture. Serat kayu jabon padat dan halus, sehingga sesuai untuk bahan baku polywood atau furniture. Kayu jabon termasuk dalam kayu kelas kuat II-II dan tergolong kayu kelas awet IV, serta termasuk kelas sedang dalam hal menyerap bahan pengawet. Selain untuk kayu, ekstrak daun jabon dapat dijadikan obat kumur. Daun segarnya biasanya digunakan untuk pakan ternak atau kadang-kadang digunakan sebagai piring dan serbet. Kulit kayu pohon jabon juga dapat dijadikan bahan tonik dan obat untuk menurunkan demam. Warna kuning yang berasal dari kulit akar juga berfungsi sebagai tanin (Wali et al., 2014)

c. Vanili (*Vanilla planifolia*)

Klasifikasi Taksonomis (Agus, 2001):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Sub kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Orchidales
Family	: Orchidaceae
Genus	: Vanilla
Spesies	: <i>Vanilla planifolia</i> Andrews

Karakteristik yang dapat dimanfaatkan selain dikonsumsi langsung:

Tanaman Vanila (*Vanilla planifolia* Andrews) adalah salah satu tanaman yang bernilai tinggi, terutama dari buahnya, yang dapat digunakan dalam industri makanan (60%), kosmetik (33%), dan aromaterapi (7%). Tanaman ini aslinya berasal dari Meksiko dan dibudidayakan hampir di seluruh dunia, termasuk sumber utama yang paling besar

berasal dari Indonesia dan Madagaskar. Setiap jenis ekstrak vanili memiliki aroma yang berbeda bergantung pada spesies dan tempat tumbuhnya. Vanila yang berasal dari Indonesia memiliki profil aroma yang cenderung woody dan phenolic karena melalui proses pengeringan yang cepat. Tanaman ini memiliki buah berbentuk polong yang akan mengeluarkan aroma jika kering, sehingga secara luas digunakan pada perusahaan pangan terutama sebagai citarasa (flavor) dan pada industri parfum. Sejak dahulu, vanilla telah dianggap sebagai obat yang dapat berfungsi sebagai stimulan juga bersifat karminatif (dapat meredakan perut kembung). Orang Venezuela biasanya menggunakan polongnya untuk pengobatan demam dan kejang. Dengan demikian, karena dapat digunakan untuk penyembuhan, selain sebagai bahan penyedap yang bernilai tinggi, vanili memiliki potensi sebagai bahan pengawet makanan dan healthy food agent (Singletary, 2020).

d. Jambu Bol (*Syzygium malaccense*)

Klasifikasi Taksonomi (Arifin, dkk, 2009)

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta

Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Myrtales
Famili	: Myrtaceae
Genus	: Syzygium
Spesies	: <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry

Karakteristik yang dapat dimanfaatkan selain dikonsumsi langsung:

Selain buahnya, Jambu bol juga dapat dimanfaatkan untuk tidak dikonsumsi secara langsung. Daun dari tanaman jambu bol dapat dimanfaatkan sebagai obat luka sayat. Berdasarkan hasil skrining fitokimia daun jambu bol memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid, flavonoid, terpenoid/steroid, tanin, saponin yang berkhasiat sebagai penyembuhan luka (Arifin, dkk, 2009). Flavonoid merupakan senyawa yang berperan sebagai antioksidan, dimana antioksidan berperan untuk menangkal atau meredam dampak negatif oksidan didalam tubuh, dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas oksidan dapat dihambat (Winarsi, 2007). Dalam sebuah penelitian pemanfaatan daun jambu bol berhasil menghasilkan ekstrak etanol daun jambu bol dalam bentuk sediaan gel yang dapat mengobati luka sayat pada kulit manusia (Fajrina, 2017).

e. Jengkol (*Archidendron pauciflorum*)

Klasifikasi Taksonomis (GBIF, 2021)

Kingdom	: Plantae
Filum	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: Archidendron F. Muell
Spesies Nielsen	: <i>Archidendron jiringa</i> or <i>Pithecellobium lobatum</i> (benth) I.C.

Karakteristik yang dapat dimanfaatkan selain dikonsumsi langsung:

Tanaman jengkol (*Archidendron pauciflorum*) menghasilkan buah berupa polong, yang apabila dikonsumsi akan memberikan khasiat yang tinggi bagi kesehatan manusia atau hewan. Antioksidan yang dimiliki oleh jengkol seperti polifenol, flavonoid, dan terpenoid akan dapat melindungi tubuh dari radikal bebas. Sifat antimikroba yang dimiliki jengkol juga dapat mengurangi peradangan dari beberapa bakteri dalam saluran pencernaan. Serta kandungan vitamin dan zat besinya juga sangat baik untuk kesehatan tubuh. Namun selain manfaat-manfaat yang bisa didapatkan saat dikonsumsi polongnya, bagian kulit buah jengkol juga dapat diproses menjadi pestisida organik. Berdasarkan penelitian Simbolon dkk. (2017), larutan kulit buah jengkol dapat digunakan sebagai repellent bagi tikus sawah dengan terbukti mengurangi konsumsi makan tikus tersebut, karena dipengaruhi oleh aroma menyengat yang timbul dari kandungan asam amino terdegradasi yang dominan merupakan unsur sulfur. Berdasarkan penelitian Astuti (2013) juga terbukti bahwa larutan kulit buah jengkol dapat menekan perkembangbiakan hama tanaman padi

yakni siput murbei karena adanya senyawa tannin. Kelebihan dari pestisida nabati yang dibuat dari limbah organik ini adalah lebih ramah lingkungan karena tidak terdapat bahan kimia berbahaya, dan lebih ekonomis karena menggunakan bahan-bahan yang sudah tak terpakai (Rangkuti dkk., 2019).

f. Lidah Buaya (*Aloe vera*)

Klasifikasi Taksonomis:

Kingdom	: Plantae
Infra Kingdom	: Streptophyta
Sub Kingdom	: Viridiplantae
Divisi	: Tracheophyta
Super Divisi	: Embryophyta
Sub Divisi	: Spermatophytina
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Asparagales
Super Ordo	: Lilianae
Famili	: Xanthorrhoeaceae
Genus	: Aloe. L
Spesies	: <i>Aloe Vera</i> . L. Burm. F

Karakteristik yang dapat dimanfaatkan selain dikonsumsi langsung:

Tanaman yang termasuk pada golongan sukulen ini dengan bentuk roset menjadi salah satu tanaman yang indah dengan ketinggian sekitar 30 sampai 60 cm serta berdiameter mencapai 60 cm. Untuk morfologi dari tanaman lidah buaya ini mencakup akar, bunga, daun dan batang. Akan tetapi yang paling banyak digunakan oleh orang-orang yaitu daunnya, disebabkan daunnya memiliki berbagai manfaat. Pemanfaatan lidah buaya kini tidak hanya terbatas pada tanaman hias saja tetapi juga sebagai obat dan bahan baku pada industri kosmetika. Keistimewaan lidah buaya ini terletak pada gelnya yang dapat membuat kulit tidak cepat kering dan selalu kelihatan lembab. Keadaan tersebut disebabkan sifat gel lidah buaya yang mampu meresap ke dalam kulit, sehingga dapat menahan kehilangan cairan yang terlampau banyak dari dalam kulit (Suryowidodo, 1988). Kandungan saponin yang terdapat dalam gel lidah buaya dapat membersihkan kotoran dari kulit, melembutkan, melembabkan dan menambah kehalusan kulit (Geocities, 2021).

BAB III

KESIMPULAN

Fitoremediasi menggunakan eceng gondok merupakan salah satu teknologi pengelolaan lingkungan yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan dalam mengurangi berbagai bahan pencemar di perairan. Meskipun demikian, biomassa hasil fitoremediasi harus dikelola secara tepat untuk mencegah pencemaran sekunder akibat akumulasi kontaminan.

Selain itu, berbagai komoditas biologis seperti singkong, jabon, vanili, jambu bol, jengkol, dan lidah buaya memiliki karakteristik morfologi yang memungkinkan pemanfaatan bagian tanaman selain sebagai bahan konsumsi. Pengembangan berbagai bentuk pemanfaatan tersebut dapat meningkatkan nilai tambah komoditas, mengurangi limbah biomassa, serta mendukung konsep bioekonomi dan pengelolaan sumber daya biologis yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus R. 2001. Budidaya Tanaman Panili (*Vanilla planifolia* Andrews). Bogor: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Arifin, H., Rasyid, R., dan Lucida H. (2009). Pengembangan Tumbuhan Jambu Bol (*Eugenia malaccensis* L.). Hasil Penelitian Tahun I Hibah Unggulan Strategis Nasional Tahun Anggaran 2009. Padang : Universitas Andalas.
- Astuti, Puji. (2013). “Uji Efektivitas Kulit Buah Jengkol (*Phitecellobium lobatum*) Terhadap Kematian Siput Murbei (*Pomacea canaliculata*). Zira’ah, 37(2): 40-45.
- Ayana, Opeyemi I., Tolulope A., and Femi P. A. 2020. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: Uses, Challenges, Threats, and Prospects. *The Scientific World Journal*, 1-12
- CPEO (Center for Public Environmental Oversight). (2021). Phytoremediation. [Online] diakses dari <http://www.cpeo.org/techtree/ttdescript/phytrem.htm> pada tanggal 5 September 2021.
- Fajrina Aulia. 2017. Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzgium Malaccense* L. Merr & Perry) Sebagai Pengobatan Luka Sayat. Medan. Universitas Sumatera Utara
- GBIF. (2021). *Pithecellobium lobatum* (Benth.) I.C.Nielsen. [Online] diakses dari <https://www.gbif.org/species/2941209> pada tanggal 5 September 2021.
- Geocities. (2021). *Minuman Sehat dari Lidah Buaya*. Diakses 5 September 2021 dari <http://www.geocities.ws/mppatria/p-kav.htm>
- Mueller, B., S. Rock, D. Goswami, D. Easley, K. Geller, T. Hall, P. Strauss, H. Compton, A. Gatchett, S. Hirsh, B. Berti, R. Arguello, R. Thuraisingham, B. Ellis, T. Douglas, K. A. Greene, K. Olson, D. Tsao. (1999). *Phytoremediation Decision Tree*. United States: ITRC Phytoremediation Work Team.
- Rangkuti, K., D. Ardilla, dan D. M. Tarigan. (2019). “Pemanfaatan Limbah Kulit Jengkol Sebagai Pestisida Nabati pada Tanaman Padi. *Prodikmas*, 4(1): 14-19.
- Saraswati, Dewanti, S.Betty Marita, D. Saptadi. (2019). “Pemanfaatan Batang Singkong sebagai Arang Aktif pada Elektrode Supercapacitor”. Thesis Pascasarjana. Bogor: IPB University.
- Setyaji, T., Arif N., Sri S., Surip, Dwi K., Dwi S. Y., dan Sumaryana. Budidaya Intensif Jabon Merah (*Athocephalus macrophyllus*) “Si Jati Kebon dari Timur. Bogor: PT Penerbit IPB Press
- Simanjuntak, Dahlia. (2006). “Pemanfaatan Komoditas non Beras dalam Diversifikasi Pangan Sumber Kalori”. *Jurnal penelitian Bidang Ilmu Pertanian USU*, 4(1): 45-54.
- Simbolon, M. S., S. F. Sitepu, dan M. I. Pinem. (2017). “Pengaruh Kulit Buah Jengkol (*Phitecellobium lobatum*) Terhadap Tingkat Konsumsi Makan Tikus Sawah di Laboratorium”. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(2): 444-453.
- Singletary, Keith W. 2020. *Vanilla: Potential Health Benefits*. *Nutrition Today*, 55(4): 186-196.
- Suryowidodo, C. W. 1988. *Lidah Buaya (Aloe vera Linn.) Sebagai Bahan Baku Industri*. *Journal Agro-Based Industri*, 5(2): 66-71.

- Wali, Martini, Noor Farikhah H., dan Nina Maryana. 2014. Identifikasi Kandungan Kimia Bermanfaat pada Daun Jabon Merah dan Putih. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(2): 77-83.
- Winarsi, H. (2007). *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius. Halaman 12, 17.