

## **Analisis Perkembangan Penelitian Bioetanol Menggunakan Pendekatan Bibliometrik**

### ***Bioethanol Research Development Study Using Bibliometric Analysis***

**Muhammad Taufiq Fathaddin<sup>1\*</sup>, Dwi Atty Mardiana<sup>2</sup>, Suryo Prakoso<sup>3</sup>, Samsol<sup>4</sup>, Ziad<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

\*Corresponding author: E-mail: [muh.taufiq@trisakti.ac.id](mailto:muh.taufiq@trisakti.ac.id)

#### **Abstrak**

Masalah lingkungan termasuk perubahan iklim dan kesehatan manusia akibat emisi minyak dan gas bumi menjadi perhatian utama di dunia. Di samping itu cadangan bahan bakar fosil tersebut yang terus berkurang serta kebutuhan akan energi yang terus bertambah mendorong pencarian sumber energi terbarukan yang lebih ramah terhadap lingkungan. Salah satunya adalah ketertarikan pada penggunaan bioetanol dan Teknik pembuatannya yang terus meningkat. Dalam beberapa dekade terakhir, jumlah publikasi mengenai tema ini menunjukkan peningkatan. Kajian ini bertujuan untuk mengamati perkembangan penelitian mengenai pembuatan bioetanol melalui perkembangan publikasi artikel. Pendekatan bibliometrik terhadap berbagai publikasi dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai arah pengembangan dan kebaruan penelitian mengenai bioetanol. Sejumlah 980 literatur yang relevan berdasarkan data publikasi antara 1989 hingga 2023 dari database Google Scholar telah dianalisis. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran adalah "bioethanol". Aplikasi Harzing's Publish or Perish dan VOSviewer digunakan sebagai perangkat untuk melakukan pengumpulan data dan analisis terhadap publikasi dengan kata kunci tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 980 publikasi terkait biodiesel, diperoleh kata-kata dengan frekuensi kemunculan tertinggi yaitu "Singh, A" dan "pretreatment" berturut-turut sebagai penulis dan tema yang paling banyak tertulis dalam artikel. Berdasarkan tahun publikasi terlihat bahwa jumlah penerbitan meningkat pada kurun waktu dari 2007 hingga 2011 dan dari 2015 hingga 2020. Sedangkan penurunan publikasi artikel terjadi pada kurun waktu dari 2011 hingga 2015 dan dari 2020 hingga sekarang.

**Kata Kunci:** Analisis Bibliometrik; Bioetanol; Energi Terbarukan; Lingkungan; Perkembangan Riset

#### **Abstract**

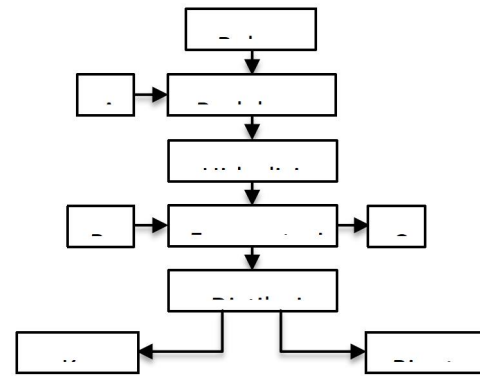
*Environmental problems including climate change and human health due to oil and gas emissions are a major concern in the world. In addition, the reserves of these fossil fuels which continue to decrease and the need for energy which continues to increase encourages the search for renewable energy sources that are more friendly to the environment. One of them is the growing interest in the use of bioethanol and its manufacturing techniques. In recent decades, the number of publications on this theme has increased. This study aims to observe the development of research on the manufacture of bioethanol through the development of article publications. A bibliometric approach to various publications is carried out to obtain information regarding the direction of development and the novelty of research on bioethanol. A total of 980 relevant literature based on published data between 1989 and 2023 from the Google Scholar database were analyzed. The keyword used in the search is "bioethanol". Harzing's Publish or Perish and VOSviewer applications are used as tools to collect data and analyze publications with these keywords. The results showed that out of 980 publications related to biodiesel, the words with the highest frequency of occurrence were obtained, namely "Singh, A" and "pretreatment" respectively as the authors and the themes that were written the most in the articles. Based on the year of publication, it can be seen that the number of publications increased in the period from 2007 to 2011 and from 2015 to 2020. Meanwhile, the decline in article publications occurred in the period from 2011 to 2015 and from 2020 to the present.*

**Keywords:** Bibliometric Analysis; bioethanol; Renewable energy; Environment; Research Development

## PENDAHULUAN

Bioetanol telah diakui memiliki potensi sebagai pengganti energi berbasis bahan bakar fosil. Bioetanol merupakan energi terbarukan yang dapat mengatasi masalah kelangkaan energi dan mengurangi pencemaran lingkungan. Proses pembuatan bioethanol terdiri dari perlakuan awal, hidrolisis, fermentasi, dan distilasi sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1 (Edeh, 2021; Oktiana Prastiwi et al., n.d.; Yusof et al., 2018). Dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil, bioetanol dapat mengurangi lebih dari 80% emisi karbon (Lü, 2021; Segovia-Hernández et al., 2022) dan mengurangi emisi CO dan CH berturut-turut sebesar 4-15% and 2-7%. Di samping itu bioetanol mempunyai emisi partikel tersuspensi dan Nitrogen oksida yang lebih rendah dibandingkan emisi bensin. Keuntungan lain dari adalah bioetanol tidak mengandung sulfur oksida dan aromatik (Balat, 2009; Kaviani, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian, bioetanol memiliki karakteristik dan kinerja yang lebih baik dibandingkan bahan bakar fosil. Bioetanol memiliki blangan oktan yang lebih tinggi yaitu antara 106 hingga 110 dibandingkan bensin yang hanya memiliki bilangan oktan 91 hingga 96. Sehingga penambahan bioetanol pada bensin dapat meningkatkan kinerjanya. (Nigam and Singh, 2011; Sudiyani et al., 2019; Winangun, 2012).



Gambar 1. Proses pembuatan bioetanol

Berdasarkan jenis bahan baku, bioetanol dibagi menjadi 3 generasi. Tabel 1 memperlihatkan pembagian bahan baku untuk bioethanol 3 generasi diadaptasi dari beberapa rujukan (Nigam and Singh, 2011; Rodrigues et al., 2018). Saat ini, metode produksi bioetanol generasi keempat sedang diselidiki. Biofuel generasi keempat merupakan hasil penelitian dan pengembangan di bidang bioteknologi, biokimia, biologi tumbuhan, geosintesis, dan penerapannya dalam rekayasa metabolik dan genetika untuk produksi biofuel (Vasić et al., 2021). Namun, pendekatan ini belum diimplementasikan pada skala industri (Tse et al., 2021).

Bahan baku bioethanol generasi pertama yang berasal dari tanaman pangan, yang dapat difermentasi menjadi alkohol. Bahan baku tanaman yang digunakan seperti tebu, gula bit, jagung, dan lobak. Namun, bahan baku tersebut menimbulkan beberapa kendala berupa harga pasar yang tinggi, karena bahan baku tersebut merupakan kebutuhan pangan manusia. Perluasan lahan perkebunan baik untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun kebutuhan energi akan memicu kerusakan hutan dunia (Bertrand and Dussap, 2022). Produksi bioetanol komersial terutama

berasal dari stok pertanian dan bahan mentah seperti jagung, beras, gandum, singkong, tebu, gula bit dan sorgum manis, melalui proses biokimia atau termokimia (Harun et al., 2010; John et al., 2011).

Biofuel generasi kedua menggunakan bahan baku yang berasal dari tanaman non pangan atau sisa tanaman dengan komponen utama berupa biomassa lignoselulosa. Biomassa lignoselulosa terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin termasuk air dalam jumlah kecil dan sejumlah kecil protein, mineral, dan komponen lain yang juga terdapat dalam bahan mentah (Chen, 2014; Zabed et al., 2017) . Penggunaan bahan baku ini dapat mengatasi beberapa masalah yang diakibatkan penggunaan bahan baku untuk pembuatan bioetanol generasi pertama (Lennartsson et al., 2014) . Namun, perubahan peruntukan lahan yang diperlukan untuk membudidayakan tanaman non-pangan bagi kebutuhan bioetanol tetap menimbulkan masalah (Sharma et al., 2020).

Generasi ketiga pembuatan bioetanol ditujukan untuk mengatasi masalah-masalah yang dapat ditimbulkan dalam penerapan pembuatan bioetanol generasi pertama dan kedua. Peneliti biofuel mengarahkan perhatian mereka kepada organisme mikroskopis. Selama beberapa dekade terakhir, telah dilakukan penelitian ekstensif tentang penggunaan alga untuk memproduksi biodiesel, bioetanol, hidrogen, sel hidrogen, dan biofuel lainnya (Pienkos and Darzins, 2009) . Keanekaragaman biofuel yang dapat dihasilkan alga berasal dari dua karakteristik mikroorganisme ini. Pertama, alga menghasilkan minyak yang dapat dengan mudah disuling menjadi solar atau bahkan komponen bensin tertentu. Lebih penting lagi, dapat dimanipulasi secara

genetik untuk menghasilkan segala sesuatu dari bioetanol dan butanol bahkan bensin dan solar secara langsung (Nigam and Singh, 2011).

Tabel 1. Bahan baku bioetanol untuk 3 generasi

1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bioetanol atau butanol dengan fermentasi pati (dari gandum, barley, jagung, potasi) atau gula (dari tebu, gula bit, dll.)</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bioetanol diproduksi dari teknologi konvensional tetapi berdasarkan tanaman pati, minyak dan gula baru seperti jatropha, singkong atau miscanthus;</li> <li>➤ Bioetanol dihasilkan dari bahan lignoselulosa (misalnya jerami, kayu,</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bioetanol dari mikroalga dan rumput laut</li> </ul>

Peningkatan kesadaran akan yang berdampak pada perubahan iklim dan kesehatan manusia serta berkurangnya cadangan bahan bakar fosil mendorong para ilmuwan untuk melakukan penelitian dan penerapan energi yang lebih ramah terhadap lingkungan serta energi terbarukan seperti bioetanol. Kajian mengenai kecenderungan penelitian memungkinkan para peneliti untuk mengilhami diri dengan penemuan terbaru, membandingkan ruang lingkup penelitian, serta untuk mengamati kecenderungan penelitian selanjutnya. Analisis bibliometrik digunakan dalam analisis tren penelitian (Fathaddin et al., 2023; Nugraha et al., 2022).

## METODE PENELITIAN

Aplikasi Harzing's Publish or Perish digunakan untuk pengumpulan artikel yang dipublikasi dengan tema bioetanol. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran adalah "bioethanol". Penelusuran dilakukan berdasarkan data bibliometrik yang terdapat pada database Google Scholar.

Piranti lunak VOSviewer digunakan untuk memetakan data literatur yang dikumpulkan. Pemetaan dibuat berdasarkan kata kunci dan tema-tema yang berkaitan dengan kata kunci. Di samping itu pemetaan juga dilakukan berdasarkan penulis artikel. Peta kata kunci yang dihasilkan didasarkan pada kejadian bersamaan (co-occurrence) dan penulis bersama (co-author) untuk memosisikan node pada peta. Pemetaan juga dilakukan dengan bantuan excel untuk pemetaan tahun publikasi.

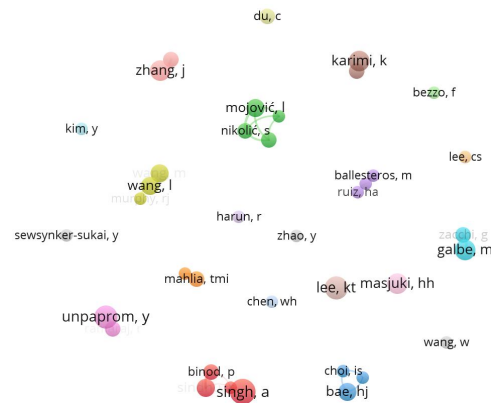
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dikelompokkan berdasarkan analisis bibliometrik jumlah publikasi, penulis, tema, dan perkembangan publikasi.

### 1. Analisis Jumlah Publikasi

Total 980 paper dengan tema bioetanol telah diidentifikasi dalam database Google Scholar dari 1989 hingga 2023 dengan aplikasi Harzing's Publish or Perish. Paper terlama berjudul "The bioethanol to ethylene (BETE) process" dan paper terbaru berjudul "Recent advances in consolidated bioprocessing for conversion of lignocellulosic biomass into bioethanol - A review". Paper-paper yang terdaftar terdiri dari beberapa jenis yaitu buku, html, pdf, dan sisanya tidak teridentifikasi berturut-turut sebanyak 7, 92, 41, dan 840 buah. Judul semua paper ditulis dalam bahasa Inggris. Paper-paper

tersebut mempunyai sitasi bervariasi dari 1 hingga 4623. Paper mempunyai sitasi terbanyak berjudul "Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review". Data bibliografi artikel diambil dalam format RIS dan dianalisis menggunakan VOSviewer.



Gambar 2. Penulis berdasarkan jumlah dokumen beserta hubungannya  
 Tabel 2. Nama penulis muncul lebih dari 5 kali

Selected	Author	Documents	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	singh, a	10	1
<input checked="" type="checkbox"/>	unpaprom, y	9	5
<input checked="" type="checkbox"/>	lee, kt	9	0
<input checked="" type="checkbox"/>	galbe, m	8	6
<input checked="" type="checkbox"/>	zhang, j	8	6
<input checked="" type="checkbox"/>	karimi, k	8	2
<input checked="" type="checkbox"/>	masjuki, hh	8	0
<input checked="" type="checkbox"/>	mojović, i	7	16
<input checked="" type="checkbox"/>	bae, hj	7	8
<input checked="" type="checkbox"/>	sindhu, r	7	7
<input checked="" type="checkbox"/>	wang, l	7	6
<input checked="" type="checkbox"/>	wang, m	7	1
<input checked="" type="checkbox"/>	nikolić, s	6	15
<input checked="" type="checkbox"/>	rakin, m	6	14
<input checked="" type="checkbox"/>	binod, p	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	osmani, a	6	6
<input checked="" type="checkbox"/>	zacchi, g	6	6
<input checked="" type="checkbox"/>	ramaraj, r	6	5
<input checked="" type="checkbox"/>	mahlia, tmi	6	4
<input checked="" type="checkbox"/>	taherzadeh, mj	6	2
<input checked="" type="checkbox"/>	du, c	6	0
<input checked="" type="checkbox"/>	pejin, d	5	13
<input checked="" type="checkbox"/>	choi, is	5	8
<input checked="" type="checkbox"/>	wi, sg	5	8
<input checked="" type="checkbox"/>	murphy, rj	5	5
<input checked="" type="checkbox"/>	hossain, n	5	4
<input checked="" type="checkbox"/>	singhania, rr	5	3
<input checked="" type="checkbox"/>	romani, a	5	2
<input checked="" type="checkbox"/>	ballesteros, m	5	1
<input checked="" type="checkbox"/>	ruiz, ha	5	1
<input checked="" type="checkbox"/>	bezzo, f	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	chen, wh	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	harun, r	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	kim, y	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	lee, cs	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	sewsynker-sukai, y	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	wang, w	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	zhao, y	5	0

## 2. Analisis Penulis Artikel

Nama penulis yang tertulis dalam makalah dan muncul lebih atau sama dengan 5 kali dalam database Google Scholar didaftarkan dalam analisis. Dari 2477 penulis artikel, 38 memenuhi ambang batas. Berdasarkan pengaturan jenis analisis “Co-authorship” dan metode penghitungan “Full counting” diperoleh daftar nama penulis yang paling banyak muncul adalah “Singh, A” diikuti oleh “Unpaprom, Y” dan “Lee, KT” sebagaimana terlihat pada Tabel 2 dengan jumlah dokumen sebanyak 10 buah. Sedangkan penulis bernama “Mojovic, L” mempunyai total link strength terbanyak yaitu 16. Hal ini berarti bahwa penulis tersebut mempunyai keterkaitan dengan penulis-penulis lain yang juga terdaftar dalam tabel tersebut. Keterkaitan penulisan bersama diperlihatkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 mempunyai keterkaitan dengan “Singhania, RR”.

## 3. Analisis Tema Penelitian

Tema yang ditulis oleh para penulis dalam judul paper dan muncul lebih atau sama dengan 10 kali dalam database Google Scholar didaftarkan untuk dianalisis. Dengan menggunakan metode penghitungan “Binary counting” dari 4369 kata sebanyak 119 tema memenuhi ambang batas. Dengan membatasi 60% tema yang paling relevan, diperoleh 71 tema sebagaimana diberikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 3 lima tema yang paling banyak muncul dalam judul paper adalah “pretreatment”, “fermentation”, “optimization”, “second generation bioethanol”, dan “analysis” dengan jumlah kemunculan berturut-turut sebanyak 107, 89, 51, 51, dan 47.

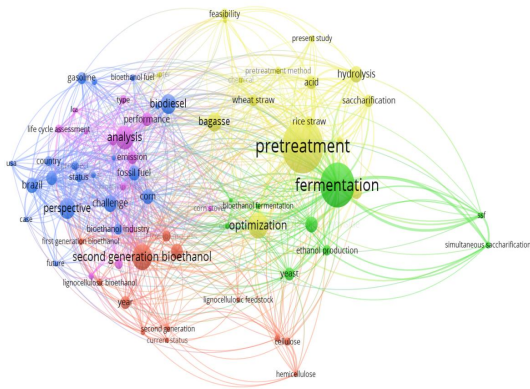
Gambar 3 memperlihatkan bahwa nama-nama yang muncul dikelompokkan ke dalam lima klaster. Klaster 1 memiliki

20 item. Klaster tersebut mengenai perspektif dan tantangan industry bioetanol. Klaster 1 mempunyai warna biru. Klaster 2 memiliki 16 item. Klaster tersebut mengenai proses pembuatan bioetanol. Klaster 2 mempunyai warna kuning. Klaster 3 memiliki 13 item. Klaster tersebut mengenai generasi pembuatan etanol. Klaster 3 memiliki warna merah. Klaster 4 memiliki 13 item. Klaster tersebut mengenai pandangan, analisis, dan penilaian kinerja bioetanol. Klaster 4 mempunyai warna ungu. Klaster 5 memiliki 9 item. Klaster tersebut membahas proses fermentasi bahan baku pembuatan bioetanol. Klaster 5 mempunyai warna hijau.

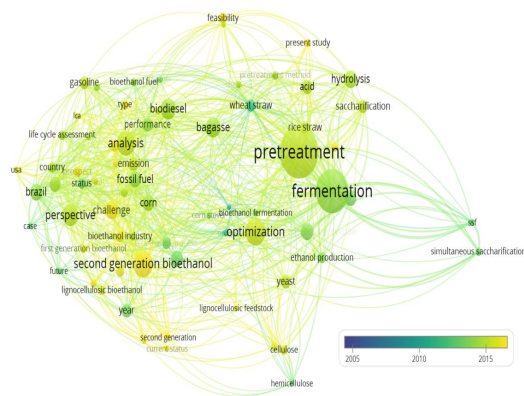
Gambar 4 memperlihatkan urutan waktu publikasi mengenai tema-tema yang digunakan dalam artikel. Berdasarkan gambar tersebut, terlihat bahwa tema “fermentation” relatif lebih dahulu dibahas sebelum “pretreatment”. Sedangkan tema “second generation bioethanol” relatif lebih kemudian dibahas setelah “pretreatment”.

Tabel 3. Tema muncul lebih dari 5 kali

Selected	Term	Occurrences ▼	Relevance
<input checked="" type="checkbox"/>	pretreatment	107	0.61
<input checked="" type="checkbox"/>	fermentation	89	0.77
<input checked="" type="checkbox"/>	optimization	51	0.64
<input checked="" type="checkbox"/>	second generation bioethanol	51	0.34
<input checked="" type="checkbox"/>	analysis	47	0.65
<input checked="" type="checkbox"/>	perspective	41	1.07
<input checked="" type="checkbox"/>	biodiesel	39	0.59
<input checked="" type="checkbox"/>	bagasse	37	0.20
<input checked="" type="checkbox"/>	challenge	33	0.69
<input checked="" type="checkbox"/>	hydrolysis	32	1.15
<input checked="" type="checkbox"/>	saccharomyces cerevisiae	31	0.80
<input checked="" type="checkbox"/>	brazil	30	1.04
<input checked="" type="checkbox"/>	research	30	0.82
<input checked="" type="checkbox"/>	enzymatic hydrolysis	29	0.95
<input checked="" type="checkbox"/>	fossil fuel	29	0.58
<input checked="" type="checkbox"/>	corn	29	0.38
<input checked="" type="checkbox"/>	sugarcane	27	0.64
<input checked="" type="checkbox"/>	acid	26	0.97
<input checked="" type="checkbox"/>	performance	26	0.74
<input checked="" type="checkbox"/>	emission	25	0.99



Gambar 3. Tema berdasarkan jumlah frekuensi kemunculan dan hubungan antar tema

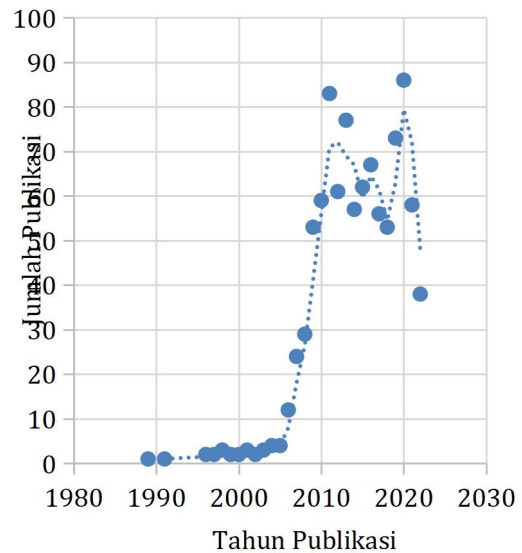


Gambar 4. Analisis bibliografi tema berdasarkan tahun publikasi

#### 4. Analisis Perkembangan Publikasi

Gambar 5 memperlihatkan jumlah publikasi mengenai biodiesel dari 1989 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut jumlah publikasi antara kurun waktu 1989 hingga 2005 hanya sedikit yaitu rata-rata lebih kecil dari 5 publikasi per tahun. Publikasi meningkat secara tajam sejak tahun 2006 dan mencapai puncaknya pada tahun 2011 yaitu sebanyak 83 buah per tahun. Kenaikan jumlah publikasi pada tahun 2006 diperkirakan diakibatkan oleh pengembangan teknik peragian. Setelah tahun 2011 jumlah publikasi mengalami

penurunan. Kenaikan selanjutnya adalah antara kurun 2015 hingga 2020. Kenaikan tersebut diperkirakan akibat pengembangan bioetanol generasi kedua. Sejak 2020 hingga sekarang, publikasi mengenai bioetanol cenderung menurun.



Gambar 5. Jumlah publikasi artikel berkenaan dengan biodiesel

#### SIMPULAN

Analisis bibliometrik dapat digunakan meninjau perkembangan penelitian bioetanol berdasarkan jumlah dan tema publikasi. Publikasi bioetanol banyak diteliti dan dipublikasi dalam tiga dekade terakhir. Berdasarkan database Google Scholar publikasi terkait biodiesel tersebut diterbitkan antara 1989 hingga 2023. Berdasarkan analisis bibliometrik yang dilakukan dari 980 artikel yang relevan diperoleh penulis dengan frekuensi kemunculan tertinggi yaitu “Singh, A” dengan 10 dokumen. Sedangkan tema yang ditulis dalam artikel adalah “pretreatment”. Kenaikan jumlah publikasi yang cukup tinggi terjadi pada kurun waktu 2006 hingga 2011. Kenaikan publikasi ini diperkirakan diakibatkan

oleh pengembangan teknik peragian. Kenaikan publikasi selanjutnya terjadi pada kurun 2015 hingga 2020. Kenaikan tersebut diperkirakan akibat pengembangan bioetanol generasi kedua.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balat, M. (January 2009): Bioethanol as a vehicular fuel: A critical review, *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*. <https://doi.org/10.1080/15567030801952334>
- Bertrand, E., and Dussap, C.-G. (2022): First Generation Bioethanol: Fundamentals—Definition, History, Global Production, Evolution, 1–12 in C. R. Soccol, G. Amarante Guimarães Pereira, C.-G. Dussap, and L. Porto de Souza Vandenberghe, eds., *Liquid Biofuels: Bioethanol*, Springer International Publishing, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-01241-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-01241-9_1)
- Chen, H. (2014): Chemical Composition and Structure of Natural Lignocellulose, 25–71 in *Biotechnology of Lignocellulose*, Springer Netherlands, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6898-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6898-7_2)
- Edeh, I. (2021): Bioethanol Production: An Overview in *Bioethanol Technologies*, IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94895>
- Fathaddin, M. T., Fattahanisa, A., Sri Riswati, S., Setiati, R., and Agung Rakhmanto, P. (2023): *Pengembangan Penelitian Biodiesel Menggunakan Analisis Bibliometrik Biodiesel Research Development Using Bibliometric Analysis*, Jurnal Juitech, 7(1), 1–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36764/ju.v7i1>
- Harun, R., Singh, M., Forde, G. M., and Danquah, M. K. (April 2010): Bioprocess engineering of microalgae to produce a variety of consumer products, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.004>
- John, R. P., Anisha, G. S., Nampoothiri, K. M., and Pandey, A. (2011): Micro and macroalgal biomass: A renewable source for bioethanol, *Bioresource Technology*, 102(1), 186–193. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.06.139>
- Kaviani, R. (2021): Economic Review and Environmental Benefits of Bioethanol, *J. Chem. Lett*, 2, 144–149.
- Lennartsson, P. R., Erlandsson, P., and Taherzadeh, M. J. (2014): Integration of the first and second generation bioethanol processes and the importance of by-products, *Bioresource Technology*, 165(C), 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.127>
- Lü, X. (2021): *Advances in 2nd Generation of Bioethanol Production*, *Advances in 2nd Generation of Bioethanol Production*. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-04609-5>
- Nigam, P. S., and Singh, A. (February 2011): Production of liquid biofuels from renewable resources, *Progress in Energy and Combustion Science*, 37 (1), 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2010.01.003>
- Nugraha, A., Fatimah, S., and Nandiyanto, A. B. D. (2022): The Research Trends of Rice Husk-Based Briquettes Using Bibliometric Analysis, *Journal of Earth Energy Science, Engineering, and Technology*, 5(2). <https://doi.org/10.25105/jeeset.v5i2.12821>
- Oktiana Prastiwi, D., Anggita, N., and Putra Arishandy, Y. (n.d.): Bioethanol Production from Indonesian Tapioca Waste as Potential Fuel Additive For Low Cost Green Car, *Curr. Biochem.* 2019, 6(1), 28–34.
- Pienkos, P. T., and Darzins, A. (2009): The promise and challenges of microalgal-derived biofuels, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 3(4), 431–440. <https://doi.org/10.1002/bbb.159>
- Rodrigues, A. C., José, T., Sodr e, R., Tondo, C., Fabiano, A., De, F.,  rika, M., Vieira, D., Lefol, L., Guarieiro, N., Carolina, A., Teixeira, R., Sodr e, J. R., Dur o Vieira, E., Ferreira De Medeiros, F., and Alves, C. T. (2018): *A Review on Second and Third Generation Bioethanol Production*.

- Segovia-Hernández, J. G., Sanchez-Ramirez, E., Alcocer-Garcia, H., Romero-Garcia, A. G., and Quiroz-Ramirez, J. J. (2022): Bioethanol in *Green Energy and Technology*.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-13216-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-13216-2_3)
- Sharma, B., Larroche, C., and Dussap, C. G. (1 October 2020): Comprehensive assessment of 2G bioethanol production, *Bioresource Technology*, Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123630>
- Sudiyani, Y., Aiman, S., and Mansur, D. (2019): *Perkembangan Bioetanol G2: Teknologi dan Perspektif*, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Tse, T. J., Wiens, D. J., and Reaney, M. J. T. (1 December 2021): Production of bioethanol—a review of factors affecting ethanol yield, *Fermentation*, MDPI.  
<https://doi.org/10.3390/fermentation7040268>
- Vasić, K., Knez, Ž., and Leitgeb, M. (1 February 2021): Bioethanol production by enzymatic hydrolysis from different lignocellulosic sources, *Molecules*, MDPI AG.  
<https://doi.org/10.3390/molecules26030753>
- Winangun, K. (2012): Uji Emisi Penggunaan Bioetanol Dari Tetes Tebu Sebagai Campuran Premium Dengan Oktan Booster Pada Sepeda Motor Yamaha Vega ZR 2009, *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, **1**(1), 1–7.
- Yusof, S. J. H. M., Roslan, A. M., Ibrahim, K. N., Abdullah, S. S. S., Zakaria, M. R., Hassan, M. A., and Shirai, Y. (2018): Environmental performance of bioethanol production from oil palm frond petiole sugars in an integrated palm biomass biorefinery, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, **368**.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/368/1/012004>
- Zabed, H., Sahu, J. N., Suely, A., Boyce, A. N., and Faruq, G. (2017): Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.076>