

**PENGARUH PRA PERLAKUAN FISIK DAN KIMIA
TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOCHAR* AMPAS SAGU**

SYAM DJABAL NUR

G041 17 1015



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGARUH PRA PERLAKUAN FISIK DAN KIMIA
TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOCHAR* AMPAS SAGU**

SYAM DJABAL NUR

G041 17 1015



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PRA PERLAKUAN FISIK DAN KIMIA TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOCHAR* AMPAS SAGU

Disusun dan diajukan oleh

SYAM DJABAL NUR

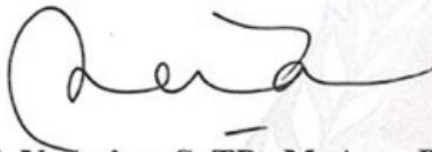
G041 17 1015

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 26 Juni 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

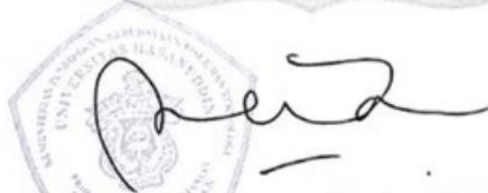


Diyah Yumeina, S. TP., M. Agr., Ph. D
NIP. 19810129 200912 2 003



Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc
NIP. 19631231 198811 1 005

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Diyah Yumeina, S. TP., M. Agr., Ph.D
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syam Djabal Nur
NIM : G041 17 1015
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul pengaruh pra perlakuan fisik dan kimia terhadap karakteristik *biochar* ampas sagu adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari Skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 26 Juni 2023

Yang Menyatakan


AABA JX968045014
Syam Djabal Nur

ABSTRAK

SYAM DJABAL NUR (G041171015). Pengaruh Pra Perlakuan Fisik dan Kimia terhadap Karakteristik *Biochar* Ampas Sagu. Pembimbing: DIYAH YUMEINA dan SALENGKE.

Proses pembuatan tepung sagu menghasilkan limbah yang berupa ampas dari empulur sagu yang sudah melalui proses pemerasan untuk diambil sari patinya, dan hingga saat ini, ampas yang dihasilkan tidak dimanfaatkan, melainkan hanya ditumpuk atau dibuang ke sungai sehingga mencemari air sungai. Untuk itu dilakukan pengolahan limbah sagu menjadi salah satu energi terbarukan yaitu *biochar*. Pemanfaatan limbah biomassa secara langsung dinilai kurang efisien dan perlu dilakukan *pretreatment* untuk mempermudah proses pembuatan *biochar*. *Biochar* didapatkan dengan *pretreatment* menggunakan metode fisik yaitu *microwave pyrolysis* dan kimia melalui perendaman dengan NaOH. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh *pretreatment* pada pembuatan *biochar* ampas sagu yang direndam dengan NaOH pada berbagai konsentrasi dan pengaruh pemanasan dengan *microwave*. Kegunaan dari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah sagu (ampas) sebagai bahan dasar pembuatan *biochar* atau arang hayati dengan menggunakan metode *pretreatment* perendaman NaOH dan *microwave pyrolysis*. Metode penelitian ini dimulai dengan pembuatan sampel kontrol yaitu sampel yang dibuat konstan atau sebelum pra perlakuan fisik (*microwave pyrolysis*) dan kimia (perendaman NaOH). Uji eksperimen 1 (*pretreatment*) yaitu proses pembuatan *biochar* dengan perendaman sampel pada larutan NaOH dengan menggunakan konsentrasi 10% dan 30% selama 6 jam, kemudian sampel melalui proses pirolisis menggunakan *microwave* daya 540 watt dengan temperatur 300 – 400 °C, selama 20 menit. Uji eksperimen 2, yaitu proses pembuatan briket yang terdiri dari briket sampel kontrol dan sampel setelah *pretreatment*. Hasil penelitian didapatkan kadar selulosa pada sampel kontrol sebesar 30,03%, sedangkan setelah *pretreatment* senilai 6,11% (NaOH 10%) dan 1,07% (NaOH 30%). Untuk kadar lignin pada sampel kontrol yaitu 4,58%, setelah *pretreatment* nilainya menjadi 6,03% (NaOH 10%) dan 1,10% (NaOH 30%), dan untuk hemiselulosa kontrol 18,47% setelah setelah *pretreatment* senilai 5,71% (NaOH 10%) dan 0,52% (NaOH 30%).

Kata Kunci: Ampas Sagu, *pretreatment*, *microwave*, *biochar*.

ABSTRACT

SYAM DJABAL NUR (G041171015). *The Effect of Physical and Chemical Pre-Treatment on the Characteristics of Biochar Sago Dregs*. Supervisor: DIYAH YUMEINA dan SALENGKE.

The process of making sago flour produces waste in the form of dregs from sago pith which has gone through a squeezing process to extract its starch, and until now, the dregs produced are not utilized, but are only piled up or thrown into rivers so that they contaminate river water. For this reason, processing of sago waste into one of the renewable energies, namely biochar, is considered to be less efficient and requires pretreatment to facilitate the process of making biochar. Biochar was obtained by pretreatment using physical methods, namely microwave pyrolysis and chemical methods by soaking with NaOH. This study aims to determine the effect of pretreatment on the manufacture of sago pulp biochar soaked in NaOH at various concentrations and the effect of heating with a microwave. The use of this research is the utilization of sago waste (dregs) as a basic material for making biochar or biological charcoal using the NaOH immersion pretreatment method and microwave pyrolysis. This research method begins with the preparation of control samples, namely samples that are made constant or before physical (microwave pyrolysis) and chemical (NaOH immersion) pre-treatment. Experimental test 1 (pretreatment), namely the process of making biochar by immersing the sample in NaOH solution using a concentration of 10% and 30% for 6 hours, then the sample goes through a pyrolysis process using a 540 watt microwave power with a temperature of 300 – 400 °C, for 20 minute. Experimental test 2, namely the process of making briquettes consisting of control sample briquettes and samples after pretreatmet. The results showed that the cellulose content in the control sample was 30.03%, while after pretreatment it was 6.11% (10% NaOH) and 1.07% (30% NaOH). The lignin content in the control sample was 4.58%, after pretreatment the values were 6.03% (NaOH 10%) and 1.10% (NaOH 30%), and for hemicellulose control it was 18.47% after pretreatment of 5.71% (NaOH 10%) and 0.52% (NaOH 30%).

Keyword: Sago dregs, pretreatment, microwave, biochar.

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT , karena atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa-doa serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **Syamsuddin** dan Ibunda **Nursaid** atas setiap doa tulus yang senantiasa dipanjatkan, nasihat, motivasi serta dukungan dan pengorbanan keringat yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil hingga besar bahkan sampai kepada tahap ini.
2. **Diyah Yumeina, S. TP., M. Agr., Ph. D** dan **Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc** selaku dosen pembimbing yang meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, kritikan, dan petunjuk yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
3. **Diyah Yumeina, S. TP., M. Agr., Ph. D** yang juga selaku dosen pembimbing akademik dan **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan mulai dari semester awal hingga akhir.
4. **Kawan-kawan Tekpert Unhas dan Catatan Kaki Unhas** yang telah mendukung, membantu serta menghibur selama proses belajar selama di kampus.

Semoga segala kebaikan mereka akan berbalik ke mereka sendiri dan semoga Allah SWT. senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 26 Juni 2023

Syam Djabal Nur

RIWAYAT HIDUP



Syam Djabal Nur lahir di Malangke pada tanggal 30 April 2000, anak pertama dari dua bersaudara pasangan bapak Syamsuddin dan Nursaid. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SD Negeri 148 Amassangan, pada tahun 2005 sampai tahun 2011.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 1 Malangke Barat pada tahun 2011 sampai tahun 2014
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 1 Malangke Barat pada tahun 2014 sampai tahun 2017
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2017 sampai tahun 2023.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai pengurus di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA-UH).

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PENYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	ixi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Limbah Sagu.....	4
2.2. Proses Perlakuan Awal (<i>Pretreatment</i>)	5
2.3. Pirolisis.....	5
2.4. Gelombang Mikro.....	6
2.5. <i>Biochar</i>	7
2.6. Analisis Selulosa, hemiselulosa, dan lignin.....	8
2.7. Nilai Kalor	10
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Perlakuan dan Parameter.....	11
3.4. Prosedur Penelitian.....	11
3.5. Bagan Alir Penelitian	13
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1. Produksi Biochar Ampas Sagu.....	14

4.2. Analisis Kadar Air	14
4.3. Analisis Kadar Abu.....	15
4.4. Analisis Selulosa, hemiselulosa, dan lignin.....	16
4.5. Briket Ampas Sagu.....	17
5. PENUTUP	19
Kesimpulan	19

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bagan Alir Penelitian	13
Gambar 2.	Menimbang sampel ampas sagu	22
Gambar 3.	Membuat rendaman NaOH 10% dan 30%.....	22
Gambar 4.	Merendam sampel dengan NaOH 10% dan 30%	23
Gambar 5.	Sampel dimasukkan ke dalam <i>microwave</i>	23
Gambar 6.	Sampel di masukkan ke <i>Analizer Mousture</i>	24
Gambar 7.	Sampel dipanaskan dengan tanur selama kurang lebih 5 jam dengan suhu 650 °C.....	24
Gambar 8.	Sampel kemudian dimasukkan ke dalam desikator	25
Gambar 9.	Abu Ampas Sagu	25
Gambar 10.	Hasil analisis uji kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa	26
Gambar 11.	Ampas sagu (Kontrol)	26
Gambar 12.	<i>Biochar</i> ampas sagu setelah <i>pretreatment</i> perendaman NaOH 10% dan <i>microwave pyrolysis</i> 540 watt.....	27
Gambar 13.	<i>Biochar</i> ampas sagu setelah <i>pretreatment</i> perendaman NaOH 30% dan <i>microwave pyrolysis</i> 540 watt.....	27
Gambar 14.	Briket ampas sagu kontrol	28
Gambar 15.	Briket dengan bahan ampas sagu Setelah <i>pretreatment</i> NaOH 10%	28
Gambar 16.	Briket dengan bahan ampas sagu Setelah <i>pretreatment</i> NaOH 30%	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Persyaratan Arang Aktif (SNI 06-3730-1995).....	8
Tabel 2. Hasil Analisis <i>biochar</i> ampas sagu.....	14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses <i>Pretreatment</i>	22
Lampiran 2. Analisis Kadar Air	24
Lampiran 3. Analisis Kadar Abu.....	24
Lampiran 4. Uji Analisis Selulosa, hemiselulosa, dan lignin.....	26
Lampiran 5. <i>Biochar</i> ampas sagu.....	26
Lampiran 6. Briket ampas sagu.....	28

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki areal tanaman sago (*Metroxylon sago* Rottb) terbesar di dunia hingga 1,25 juta ha. Luas areal tanaman sago di Indonesia mencapai 1,128 juta ha atau 51,3% dari 2,25 juta ha areal sago dunia. Penyebaran tanaman sago di Indonesia cukup signifikan terutama di daerah Papua, Papua Barat Maluku, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Barat, Jambi, Sumatera Barat (Mentawai), dan Riau (Departemen Pertanian, 2004).

Sagu merupakan tumbuhan yang hampir semua bagiannya dapat dimanfaatkan, misalnya batang sago yang mengandung pati, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku tepung dengan melalui proses pengolahan, daunnya dapat digunakan sebagai atap rumah, pelepahnya untuk dinding rumah, bahkan ampas sisa dari proses pengambilan patinya sangat potensial untuk dimanfaatkan, salahsatunya seperti pembuatan kompos dan briket (Darlyanto, 2021).

Ampas sago merupakan limbah dari empulur sago yang telah diambil patinya setelah proses pengolahan. Kandungan pati sago sebesar 18,5% dan sisanya 81,5% merupakan ampas sago yang memiliki kandungan selulosa sebesar 20% dan lignin 21% (Juniarto dan Anggono, 2018). Berdasarkan proporsi antara pati sago dengan ampas sago, dapat diperkirakan betapa banyaknya limbah yang dihasilkan dari satu pohon sago. Jumlah ampas yang banyak tersebut sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, hanya dibiarkan menumpuk di lokasi pengolahan sago yang pada akhirnya berpotensi dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

Pengolahan sago di beberapa wilayah di Sulawesi selatan antara lain di kecamatan Malangke Barat Kabupaten Luwu Utara diperuntukkan untuk pemenuhan pangan pokok yakni dijadikan berbagai jenis makanan seperti kapurung, dange, silone dan sebagainya. Proses pembuatan tepung sago tersebut menghasilkan limbah yang berupa ampas dari empulur sago yang sudah melalui proses pemerasan untuk diambil sari patinya. Berdasarkan hasil pengamatan langsung pada lokasi pengolahan tepung sago yang ada di kecamatan Malangke

Barat Kabupaten Luwu Utara, ampas sagu yang dihasilkan setelah proses pemerasan pati sagu, tidak dimanfaatkan atau hanya menjadi limbah yang ditumpuk di sekitar lokasi pengolahan. Pada lokasi pengolahan sagu yang letaknya berada di pinggir sungai, limbah sagu yang dihasilkan hanya dibuang ke sungai sehingga berpotensi mencemari air sungai. Pada penelitian ini ampas sagu akan dimanfaatkan sebagai arang hayati (*biochar*) dengan proses *pretreatment* perendaman sampel pada larutan basa kuat yaitu NaOH dan memanfaatkan metode pirolisis cepat (*fast pyrolysis*) dikarenakan metode pirolisis konvensional pada pembuatan arang hayati memerlukan waktu yang cukup lama (\pm 8 jam).

Proses perendaman dengan memanfaatkan larutan basa kuat (NaOH) bertujuan untuk mendegradasi struktur ikatan lignoselulosa pada ampas sagu. Widyawati dan Argo (2014), menyatakan cara kerja NaOH dalam mendegradasi lignin yang membungkus selulosa dan hemiselulosa yaitu dengan cara merusak lignin yang membungkus selulosa dan hemiselulosa sehingga lignin yang membungkus akan pecah atau rusak. Proses perusakan struktur pada ikatan lignin dan hemiselulosa, mampu mengakibatkan peningkatan jumlah selulosa bebas yang ada pada bahan. Pada larutan rendaman ampas sagu yang mengandung NaOH (basa kuat), energi dapat disebar melalui konduksi ionik yang menyebabkan pemanasan (Winarsih, 2013). Oleh karena itu, agar degradasi lignin yang dihasilkan semakin meningkat maka ditambahkan pemanasan (pemaparan *microwave*).

Dalam pembuatan *biochar* ampas sagu dilakukan analisis gravimetri guna untuk mengetahui adanya sejumlah kadar air, kadar abu dan analisis kadar lignin, hemiselulosa dan selulosa. Hal tersebut bertujuan agar dapat diperoleh *biochar* yang berkualitas, yaitu kadar airnya rendah, kadar abu yang rendah yang jika disesuaikan dengan kadar abu SNI 06-3730-1995 yaitu 8 - 15%.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian ini sebagai pemanfaatan ampas sagu untuk pembuatan *biochar* serta mengetahui pengaruh *pretreatment* dengan perendaman NaOH dan *microwave pyrolysis* terhadap karakteristik *biochar* ampas sagu.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah dalam mengetahui pengaruh *pretreatment* pada pembuatan *biochar* ampas sagu dengan perendaman NaOH dengan berbagai konsentrasi dan pengaruh pemanasan pada *microwave*.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai pemanfaatan limbah sagu (ampas) sebagai bahan dasar pembuatan *biochar* atau arang hayati dengan menggunakan metode *pretreatment* perendaman NaOH dan *microwave pyrolysis*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Sagu

Limbah sagu adalah hasil industri ekstraksi pati sagu yang menghasilkan tiga jenis limbah, yaitu debris sel ampas sagu berserat (debris), kulit sagu, dan limbah. Proporsi kulit sagu dan sisa sagu masing-masing sekitar 26% dan 14%. Biasanya kulit sagu dikeringkan dan digunakan sebagai kayu bakar, sedangkan ampas sagu dicampur dengan bahan makanan lain dan hewan. Kulit sagu dan ampas sagu juga digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan papan partikel. Pati sagu dan limbah selulosa. Jumlah limbah kulit sagu hampir 26% sedangkan ampas sagu mencapai sekitar 14% dari total berat batang sagu. Daging buah sagu mengandung 65,7% pati dan sisanya terdiri dari serat mentah, protein mentah, lemak dan abu. Dari persentase tersebut, ampas sagu mengandung 21% residu lignin, sedangkan kandungan ampas di dalamnya 20% dan sisanya berupa ekstrak dan abu. Di sisi lain, kulit sagu mengandung lebih banyak selulosa (57%) dan lignin (38%) daripada selulosa sagu (Santosa, 2015).

Sagu (*Metroxylon sago* Rottb) merupakan tumbuhan yang hidup di daerah rawa, payau, atau yang sering tergenang air dan juga memiliki banyak manfaat. Sekian banyak manfaat tumbuhan sagu, diantaranya adalah sebagai bahan baku pembuatan tepung sagu dan bahan tambahan pakan ternak karena di dalam lapisan empulur paling banyak mengandung karbohidrat dibandingkan dengan air, lemak, protein, dan serat kasar (Santosa, 2015).

Kandungan kalori sagu tidak jauh berbeda dengan beras dan jagung, bahkan melebihi kentang, sukun, ubi kayu, ubi jalar, dan yams (gembili dan uwi/ubi). Bahkan kandungan karbohidrat sagu melebihi beras dan bahan pangan lainnya. Pati sagu juga mengandung 3,69 - 5,96% serat pangan dan nilai indeks glikemik 28, termasuk dalam kategori rendah karena kurang dari 55. Disamping itu di dalam pati sagu terdapat sekitar 27% amilosa dan 73% amilopektin, rasio amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat-sifat pati itu sendiri. Apabila kadar amilosa tinggi, maka pati akan bersifat kering, kurang lekat, dan cenderung menyerap air lebih banyak (higroskopis) (Alfons, 2011).

2.2. Proses Perlakuan Awal (*Pretreatment*)

Proses *pretreatment* basa dalam pengolahan biomassa lignoselulosa umumnya menggunakan basa seperti natrium, kalium, kalsium dan amonium hidroksida. Penggunaan basa menyebabkan perubahan struktur lignin melalui pemecahan ester dan rantai samping glikosidiknya. Penggunaan basa juga menyebabkan dekristalisasi sebagian selulosa, solvasi sebagian hemiselulosa dan menyebabkan selulosa membesar. Jika dibandingkan dengan *pretreatment* asam, proses ini lebih efektif dalam melarutkan lignin, sebaliknya kurang efektif dalam memecah selulosa dan hemiselulosa (Pejo dkk., 2011).

Menurut Novia dkk., (2017), *Pretreatment* lignoselulosa dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara kimiawi, fisis, dan mikrobiologis:

1. *Pretreatment* secara kimiawi merupakan metode yang paling umum digunakan karena lebih sederhana, lebih efektif, lebih cepat dan tidak terlalu banyak memakan energi. Perlakuan pendahuluan secara kimia dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan melarutkan dalam larutan basa atau melarutkan dalam larutan asam.
2. *Pretreatment* secara fisis diantaranya adalah penggilingan, iradiasi, aplikasi suhu tinggi dan ledakan uap. Jenis *pretreatment* ini sangat efektif dalam penguraian lignin, hanya saja penerapannya membutuhkan energi yang besar sehingga dapat meningkatkan biaya produksi.
3. *Pretreatment* secara biologis menggunakan mikroorganisme seperti jamur pelapuk putih, jamur pelapuk coklat atau jamur pelapuk lunak untuk menguraikan lignin dan hemiselulosa menjadi biomassa.

2.3. Pirolisis

Pirolisis adalah dekomposisi termokimia dari biomassa dalam suasana oksigen terbatas atau tanpa oksigen yang berlangsung pada suhu 400 – 650 °C. Proses dekomposisi biomassa ini menghasilkan senyawa yang lebih sederhana, berupa gas atau zat cair, dan padatan yang dikenal sebagai biochar. Komposisi produk pirolisis umumnya dipengaruhi sejumlah faktor antara lain, waktu dan suhu pirolisis serta laju pemanasan (Dickerson dan Soria, 2013).

Proses dekomposisi melepaskan spesies volatil sedangkan spesies padat, non-volatil dikumpulkan sebagai biochar. Beberapa volatil dalam fase gas mengembun menjadi cairan kental hitam yang disebut bio-oil, yang memiliki berbagai sinonim, termasuk minyak pirolisis, minyak mentah bio, minyak biofuel, cairan kayu, minyak kayu, asap cair, sulingan kayu, tar pirolignik, dan asam piroligneous. Metode pirolisis berbeda dalam waktu tinggal, suhu dan laju pemanasan, yang pada gilirannya sangat mempengaruhi persentase produk gas, batubara dan cair secara semi-prediktable, sedangkan spesies kimia individu yang dihasilkan sulit untuk diprediksi dan diukur. Proses pirolisis dapat dibagi menjadi dua kategori besar, yaitu pirolisis lambat dan pirolisis lambat (*slow pyrolysis*) dan cepat (*fast pyrolysis*).

Pirolisis lambat terdiri dari laju pemanasan lambat 0,1-1 °C/s, waktu tinggal dalam jam atau menit dan kisaran suhu 400 – 600 °C. Ini telah digunakan untuk membuat metanol selama berabad-abad, dan menghasilkan jumlah arang, gas, dan cairan yang kira-kira sama.

Pirolisis cepat adalah teknologi yang relatif baru dan menjanjikan dengan hasil cairan tinggi, yang dicapai melalui laju pemanasan cepat 10 hingga > 1000 °C/s, waktu tinggal singkat <2 detik, suhu 400-650 °C dan pendinginan uap cepat (Dickerson dan Soria, 2013).

2.4. Gelombang Mikro

Gelombang mikro adalah hasil radiasi yang, tergantung pada bahan yang berinteraksi dengannya, dapat ditransmisikan, dipantulkan, atau diserap. Gelombang mikro dihasilkan oleh magnetron, gelombang ditransmisikan ke dalam pandu gelombang (komponen untuk memandu gelombang), kemudian gelombang dipantulkan pada dinding bilik di dalam oven, kemudian gelombang diserap oleh bahan tanaman (Pandiangan, 2017).

Gelombang mikro dari *microwave* yang diserap oleh bahan dapat meningkatkan suhu larutan ekstrak. Semakin besar intensitas gelombang mikro yang diberikan menciptakan jumlah panas yang lebih besar dalam bahan, menyebabkan suhu naik. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan viskositas dan tegangan permukaan, sedangkan kemampuan pelarut untuk melarutkan bahan

meningkat. Namun, dengan menggunakan terlalu banyak daya gelombang mikro, suhu larutan menjadi terlalu tinggi mendekati titik didih pelarut, sehingga pelarut menguap (Pandiangan, 2017).

Dalam kasus cairan atau padatan yang dapat mengubah energi elektromagnetik menjadi panas, pemanasan gelombang mikro meningkat. Efek pemanasan berasal dari medan listrik gelombang mikro, yang memaksa dipol untuk memutar dan memindahkan ion dari reaksi lambat ke medan listrik cepat. Proses interaksi gelombang mikro dengan bahan ini menyebabkan kandungan hemiselulosa yang mengikat selulosa terlepas dan kandungan lignin pada dinding sel yang menghambat selulosa menjadi berkurang (Dehani dkk., 2013).

2.5. Biochar

Biochar adalah produk yang terbuat dari limbah biomassa yang dibakar tanpa udara atau sangat sedikit udara. Proses pembuatan *biochar* sering disebut dengan pirolisis. *Biochar* bermanfaat sebagai pembenah tanah dan meningkatkan kualitas lahan pertanian, termasuk meningkatkan pH tanah atau menurunkan keasaman tanah. Selain menggunakan *biochar* secara langsung, penerapannya pada lahan pertanian dapat meningkatkan pendapatan petani dengan meningkatkan hasil panen dan mengurangi pencemaran tanah dan air akibat pencucian pupuk ke dalam tanah (Widiastuti dan Lantang, 2017).

Kualitas *biochar* dipengaruhi oleh jenis biomassa dan proses pirolisis yang dilakukan. Setiap biomassa memiliki senyawa kimia yang berbeda karena proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman untuk menghasilkan energi dan nutrisi selama masih hidup. Biomassa memiliki komposisi yang berbeda dan merupakan faktor penting untuk kualitas *biochar* (Iskandar dan Rofiatin, 2017).

Selain menentukan jenis biomassa yang akan digunakan, perhatian juga harus diberikan pada teknologi pirolisis yang digunakan dalam produksi *biochar*. Pirolisis adalah peristiwa kompleks di mana senyawa organik diubah menjadi biomassa dengan pemanasan tanpa atau oksigen terbatas. Jadi hanya zat volatil yang dilepaskan, sedangkan karbon yang tertinggal di dalamnya dan suhu sangat mempengaruhi arang yang dihasilkan, sehingga penentuan suhu yang tepat